الإستعمالية: إطار عمل مقترح للتحقق من فاعلية تصميم واجهات المستخدم الرسومية

Usability: A proposed framework to verify the effectiveness of GUIs design

أسامة على السيد ندا

أستاذ مساعد بقسم التصميم الصناعى، كلية الفنون التطبيقية، جامعة بنها، osama.alinada@fapa.bu.edu.eg

مينا إسحق توفيلس داود

مدرس بقسم التصميم الصناعى، كلية الفنون التطبيقية، جامعة دمياط، minaeshaq@du.edu.eg

ملخص البحث: Abstract

مفهوم الإستعمالية مصطلح تم تفعيله على نطاق واسع فى مجال تصميم المنتجات/الأنظمة/الخدمات، ويشير إلى سهولة الاستخدام للمنتجات الصناعية وإتمام المهام بكفاءة وفعالية، وكنتيجة مباشرة لتطبيق مفهوم الإستعمالية داخل أى نظام أو منتج تفاعلى، أصبح مفهوم عام وجزءاً لا يتجزأ من تطوير البرامج المخصصة للمنتجات التفاعلية، ولا يزال موضوعاً ذا أهمية فى مجال تكنولوجيا المعلومات، ويتم من خلال إنشاء سيناريو وشخصية مستخدم وهمية، ويناقش البحث إختبار واجهات المستخدم الرسومية الفعلية التى تم إنشائها بواسطة مصممى التفاعلات لتحديد ما إذا كانت تلبى توقعات المستخدمين، وتحقق البحث من النقاط التالية على وجه الخصوص: 1) هل المعلومات معروضة بشكل صحيح؟، 2) هل الواجهة بديهية بما يكفى لفهم وظائفها؟، 3) هل عملية التنقل بين العناصر واضحة ومريحة؟، 4) هل مسار تتابع الوظائف سهل المتابعة؟، 5) هل توفر الواجهة مستوى مناسباً من الدعم للمستخدم أثناء كل خطوة من خطوات المهمة التى يتم تنفيذها؟، 6) هل يجد المستخدمون الواجهة جذابة وممتعة فى الاستخدام؟؛ بشكل عام، باستخدام مجموعة من المعايير المحددة مسبقاً وإجراء العديد من الإختبارات على واجهات رسومية ذات تقسيمات هندسية مختلفة، تم تقييم نجاح تصميم الواجهات التفاعلية بشكل أكثر دقة، علاوة على ذلك، تم إستخلاص إستنتاجات أكثر عمومية حول العوامل الكامنة وراء نجاح عملية تصميم الواجهات الرسومية، وكذلك تحديد أفضل الطرق لتحقيق النتائج المُثلى، وتناقش هذه الورقة المفاهيم المختلفة المتعلقة بإختبار الإستعمالية الخاص بواجهات التفاعل، وتوضح كيف يمكن تطبيقها لتحسين الجودة الإجمالية لتصميم واجهات المستخدم الرسومية بشكل أفضل، وذلك عن طريق دراسة تقسيم مساحات التصميم داخل واجهات المستخدم على هيئة وحدات هندسية، وكذلك مناقشة التحسينات التى يمكن إجراؤها لإثراء تجربة المستخدم، وزيادة فاعلية واجهة المنتج التفاعلية، وتحسين خبرة المستخدم الإجمالية.

كلمات دالة: Keywords

الإرجونوميكس Ergonomics
التصميم التفاعلى Interaction Design
الإستعمالية Usability
تفاعل الإنسان/الحاسب الآلى HCI
واجهة المستخدم الرسومية Graphical User Interface-GUI
خبرة المستخدم User Experience- UX

Paper received May 16, 2023, Accepted July 25, 2023, Published on line September 1, 2023

المقدمة: Introduction

كانت المنتجات الصناعية التقليدية بها وسائل البيان لعرض المعلومات على المستخدم، ووسائل التحكم لإدخال البيانات إلى المنتج أو النظام الصناعى، وبعد أن تطورت أنشطة تصميم المنتجات فى بدايات الثورة الصناعية الرابعة، وتحولت أنشطة التصميم نحو المنتج التفاعلى (Joo, 2017)، وجاء التصميم التفاعلى كخطوة متقدمة للتصميم الصناعى، أدت الحاجة إلى تغيير أنظمة البيان والتحكم التقليدية وإستبدالها بأخرى جديدة تفاعلية، وكانت واجهات المستخدم الرسومية GUIs أفضل البدائل التصميمية للتفاعل مع المنتج أو النظام، وكانت تحديد عناصر تصميم واجهات المستخدم أمر هام، لجعلها أكثر كفاءة وفاعلية ولا تسبب أى مشكلات للمستخدم أثناء عملية التفاعل المباشر معها (Roth, 2017)، وتسهيل عملية الاستخدام وأداء المهام.

تلعب واجهات المستخدم UI – كونها مجموعة من الأجهزة المادية والبرامج التى تجعل الحاسب الآلى أو أى منتج تفاعلى آخر سهل الاستخدام – دوراً مهماً فى حياتنا اليومية عند التفاعل مع المنتجات التفاعلية (Elgazzar & Dawood, 2023)، وتم تصميم هذه الواجهات لتسهيل تفاعل المستخدم مع البرامج، والسماح للمستخدمين بأداء مهام بسيطة مثل تصفح الإنترنت وإجراء العمليات الحسابية وإرسال رسائل البريد الإلكترونى وما إلى ذلك (Rifki & Haryono, 2023)، ومع تزايد مستويات التطور والتوغل داخل المجتمع الرقمى، أصبح واجهات المستخدم أكثر تعقيداً وأكثر تفصيلاً من ذى قبل، وقد أدى ذلك إلى إنشاء واجهات أكثر إحترافية فى الاستخدام ويمكن للجميع الوصول إليها بسهولة، وواحدة من أكثر أنواع واجهات المستخدم شيوعاً هى واجهة المستخدم الرسومية GUI، والتى يمكن إعتبارها على أنها مزيج من العرض المرئى والرسومات الجرافيكية التى تسمح للمستخدمين بالتفاعل مع برنامج فى بيئة بشرية/حاسب آلى (Joo & Kim, 2017)، وتعرض الشاشة المرئية رموزاً رسومية تتوافق مع وظائف مختلفة، بينما يتم استخدام المؤشر للإشارة إلى هذه الرموز والنقر عليها من أجل أداء الوظيفة المطلوبة.

وغالباً ما يشار إلى عملية تصميم واجهة مستخدم تفاعلية جيدة بإسم تصميم خبرة المستخدم UX، والهدف الرئيسى لتصميم خبرة المستخدم هو تحسين الجودة ورضا المستخدم المرتبط بالتفاعل مع المنتج/النظام/الخدمة من خلال تطوير واجهات جديدة وتعديل المنتجات والخدمات الحالية التقليدية، وعلى سبيل المثال، يكون تصميم واجهة المستخدم ناجحاً عندما يكون المستخدم مسروراً به عندما يفهم وظائفه، وعندما يجعل عمل المستخدم سهلاً، وعندما يكون فعالاً وعندما يكون سهل الاستخدام، ويعد تصميم الواجهة مهمة تستغرق وقتاً طويلاً (Nasution & Nusa, 2021)، وتتضمن إجراء عدد من الخطوات، فيبدأ بتحديد ما يحتاجه المستخدم، وتكون الخطوة التالية هى تحديد كيفية تفاعل المستخدم مع البرنامج أو الجهاز، وأخيراً، يجب تطوير الواجهة، وهى عملية تتضمن تطوير الرسومات التى تظهر للمستخدم وكذلك تخصيص المساحات التصميمية (Defriani et al., 2022).

كما أن واجهة المستخدم هى نقطة التفاعل بين المستخدم والبرنامج، يتم تقسيمها عموماً إلى نوعين - واجهة وحدات الإدخال لإدخال البيانات للمنتج ووحدات تحكم، وواجهة وحدات الإخراج لعرض المعلومات للمستخدم؛ فواجهة الإدخال هى النوع الذى يتلقى البيانات من المستخدم، بينما واجهة الإخراج هى التى تقدم المعلومات للمستخدم، والإستعمالية هى المقياس الثابت للسهولة التى يمكن للمستخدمين من خلالها التفاعل مع نظام معين، ويأخذ فى الاعتبار مدى ملاءمة تصميم الواجهة وسهولة الاستخدام وبديهية التفاعل، ولا يعتمد مفهوم الإستعمالية على جودة واجهة المستخدم الرسومية فحسب، بل تعتمد أيضاً على مهارات المستخدم بالإضافة إلى طبيعة

النظام الذى سيتم استخدامه، وهناك ثلاثة عوامل رئيسية تؤثر على إستعمالية واجهات المستخدم وهى: التوافق بين النظام العام والمستخدم، فعالية إحتياجات المستخدم، وكفاءة تجربة المستخدم، ويركز البحث على تصميم واجهات المستخدم الرسومية، وتقسيم مساحات التصميم لتحقيق تفاعل جيد، وتعزيز مفهوم الإستعمالية بوجه عام.

منهج البحث Research Methodology

مع تطور تكنولوجيا المعلومات فى الوقت الحاضر، وخاصة إعتماد الأجهزة والمنتجات المحمولة والتفاعلية فى الكثير من المهام، نمت الحاجة إلى واجهات مستخدم محمولة وبسيطة ومريحة بشكل كبير، نتيجة لذلك، أصبح تحسين الإستعمالية مشكلة رئيسية فى تطوير واجهات المستخدم (Adhitya et al., 2021)، وتتمثل إحدى المشكلات الرئيسية فى هذا المجال فى تصميم واجهة سهلة الاستخدام، ومع ذلك، يعد مفهوم الإستعمالية مشكلة معقدة يجب أخذها فى الاعتبار أثناء عملية التصميم من أجل تعزيز تفاعل المستخدم مع نظام أو تطبيق، على وجه الخصوص، أصبح النموذج المفاهيمى لأداء المستخدم نهجاً متزايد الأهمية لمشكلة تحسين إستعمالية المنتجات، فى هذا البحث، نستكشف عدة جوانب لهذا النموذج النظرى، بما فى ذلك العوامل التى يمكن أن تؤثر سلباً على أداء المستخدمين والعلاقة بين الأداء والرضا، ويستكشف البحث أيضاً عدداً من التقنيات التى يمكن تطبيقها لتحسين الأداء العام للمستخدمين فى الأنظمة التفاعلية، وأخيراً، نقدم إطاراً نظرياً لتعزيز مفهوم الإستعمالية إستناداً إلى مفاهيم نموذج الأداء، كما يمكن استخدام إطار العمل المقترح الخاص بنا لتحديد المشكلات المتعلقة بأداء المستخدمين وكذلك لإنشاء توصيات مفيدة حول كيفية تحسين النظام.

1- أساسيات ومعايير تصميم واجهات المستخدم الرسومية:

واجهة أى نظام تشغيل تفاعلى تعتمد على الرسومات، وتستخدم الرموز والقوائم لإدارة التفاعل مع المنتج، وتم تطوير واجهة المستخدم الرسومية بواسطة شركة زيروكس Xerox، وتم نشرها لأول مرة بواسطة شركة أبل Apple Macintosh فى الثمانينيات، وفى الوقت الحاضر، واجهة المستخدم الرسومية للشركة مايكروسوفت Microsoft Windows، أصبحت الآن واجهة المستخدم المهيمنة لأجهزة الحاسب الآلى (Experience, 2022)، وتشتمل بيئة واجهة المستخدم الرسومية الشاملة على أربعة مكونات: مكتبة رسومات، ومجموعة أدوات لواجهة المستخدم، ودليل نمط واجهة المستخدم، وتطبيقات متنوعة، ويحدد دليل نمط واجهة المستخدم كيفية استخدام التطبيقات لعناصر الحوار لتقديم بيئة متسقة وسهلة الاستخدام، ويعد توافق برنامج التفاعل مع نمط واجهة مستخدم واحد هو المحدد الأساسى لسهولة التعلم والاستخدام، وبالتالى فعالية النظام وإنتاجية المستخدم.

عند تصميم واجهة المستخدم فى المنتجات التفاعلية، يكون المستخدم هو الهدف الرئيسى فى المقام الأول، ويصبح مركزاً لعملية تصميم واجهات المستخدم الرسومية User-Centered GUIs design، ومن المهم أن التصميم الجيد لواجهة المستخدم يكون بسيطاً ومتسقاً ومنظماً لتجنب أى إضطرابات قد تحدث أثناء عملية الاستخدام، وتتوفر العديد من التقنيات للمساعدة فى عملية التصميم لجعل واجهة المستخدم أكثر فعالية ونجاحاً، ويتيح إشراك مصمم التفاعل فى عملية التصميم لمصمم الرسوم تحديد عناصر تصميم الواجهة الأكثر فاعلية، ويمكن لمصمم التفاعلات بعد ذلك إنشاء بيئة سهلة الاستخدام (Hasan et al., 2019)، وتشمل التقنيات الأخرى استخدام إختبار الإستعمالية، والإستدلال العام على مفهوم إستعمالية المنتجات وفاعليتة، وبيان التصميم الذى يركز على المستخدم والإستبيانات الضرورية (Avramidis, 2017).

والتصميم الذى يركز على المستخدم هو عملية تصميم تتضمن اختبار المستخدم النهائى للواجهة، يقوم المصمم بإختبار الواجهة مع المستخدمين النهائيين للتأكد من أن الواجهة سهلة التفاعل والاستخدام، ويعد اختبار الإستعمالية أداة أخرى تُستخدم لإختبار واجهة المستخدم الرسومية، ويتضمن ذلك مراقبة المستخدمين الذين يؤدون مهام محددة فى بيئة معينة لتحديد المشكلات التى قد يواجهها المستخدمين عند أداء هذه المهام، ويساعد مفهوم الإستعمالية المصمم على التأكد من أن الواجهة قابلة للاستخدام من قبل مستخدمين حقيقيين (Ljung, 1994)، وتساعد هذه التقنية أيضاً فى تحديد الوجهات التى تتطلب تدريباً إضافياً، وتحديد الرسومات التى تحتاج إلى تغيير أو تعديل، وذلك لجعل الواجهة أسهل فى الاستخدام (Lapacik, 1998)، كما يمكن استخدام مجموعة متنوعة من التقنيات الجرافيكية لتحسين إمكانية استخدام واجهة المستخدم التفاعلية.

1-1- أساسيات تصميم واجهة مستخدم رسومية:

من خلال تقسيم واجهات المستخدم إلى ثلاث مجموعات أو عناصر أساسية، يمكن للمصممين تحديد مناطق المشاكل فى الواجهة، والتركيز أيضاً على تحسين تطبيق مفهوم الإستعمالية بشكل مباشر، والمجموعات الثلاث المختلفة هى التخطيط المرئى لواجهة المستخدم Visual layout، وعمليات التنقل بين العناصر Navigation، وتدفق المهام المختلفة Task flow (Hucke, 1998)، ويتضمن التخطيط المرئى مظهر وتصميم الواجهة بالإضافة إلى المعلومات التى تحتوى عليها، وتتضمن عمليات التنقل كيفية إنتقال المستخدم عبر الواجهة من موقع إلى آخر، ويتضمن تدفق المهام المختلفة كيفية تفاعل المستخدم مع الواجهة لإكمال مهمة محددة، ويجب تصميم هذه المكونات الثلاثة بشكل فعال حتى تكون واجهة المستخدم قابلة للاستخدام وأكثر فاعلية (Hope, 2021)، وفيما يلى بعض الأساسيات التى تؤدى إلى تحسين الفعالية الإجمالية لواجهة المستخدم الرسومية:

أ- التأكد من أن المعلومات المقدمة للمستخدم سهلة الفهم ومن الممكن تحديد مكانها، ويتم تقديمها للمستخدم معروضة بترتيب واضح ومنطقى.

ب- تزويد المستخدمين بوصول سريع إلى المهام التى يحتاجون إلى أدائها، ويمكن تحقيق ذلك من خلال توفير نظام قائمة رسومية تسمح للمستخدمين بالتنقل بسرعة وسهولة عبر أجزاء المنتج المختلفة.

ج- تضمين الميزات التى تسمح للمستخدمين بتخصيص واجهة المنتج لتلبية إحتياجاتهم وتفضيلاتهم الخاصة، كما يمكن للمستخدمين القيام بذلك عن طريق تعديل الإعدادات فى المنتج، أو عن طريق إضافة وظائف جديدة إلى المنتج من خلال عمليات بسيطة للإشارة.

د- العمل على إتساق تصميم واجهة المستخدم فى جميع أنحاء المنتج، وذلك لتيسير على المستخدمين فهم كيفية استخدامها بشكل صحيح، ومساعدتهم على تجنب الإرتباك والإحباط عند استخدام المنتج.

هـ - تنفيذ ميزات التحقق من صحة بيانات إدخال المستخدم لمنع المستخدمين من إدخال بيانات غير صالحة فى واجهة المستخدم، سيمنعهم ذلك من تنفيذ إجراءات غير مقصودة أثناء تشغيل المنتج وسيساعد فى ضمان دقة البيانات التى يتم إدخالها فى المنتج.

و- محاولة توقع المهام التى سيقوم المستخدمون بتنفيذها أثناء استخدام المنتج، وتصميم الواجهة لإستيعاب هذه المهام (Nada & Dawood, 2022)، وسيضمن ذلك أن يتمكن المستخدمون من إكمال مهامهم بسرعة وسهولة أثناء استخدام المنتج.

ز- تضمن الواجهة ملاحظات كافية حول عملية التفاعل، حتى يتمكن المستخدمون من معرفة النتائج التى حققوها عند استخدام المنتج، هذا سيجعلهم يشعرون بمزيد من الراحة، وسيقلل من إحباطهم عندما يرتكبون أى خطأ.

ح- الإستفادة من الأدلة المرئية فى واجهة المستخدم لمساعدة المستخدمين على فهم كيفية التفاعل معها، تتضمن هذه القرائن المرئية اللون والشكل والحجم والأسلوب وما إلى ذلك، وستساعد هذه الميزات على تعريف المستخدمين بواجهة المستخدم، وكذلك استخدامها بشكل أكثر فعالية.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ط - إختبار واجهة المنتج الخاص بك قبل طرحه للمستخدم الفعلى، وذلك للتأكد من أن واجهة المستخدم الرسومية تعمل بشكل صحيح وفى بيئات مختلفة، سيساعد هذا على ضمان توافق منتجك مع عملية التفاعل، وكذلك مع عدد من الأجهزة والأنظمة الأساسية المختلفة، وسيمنعه من التسبب فى أى مشاكل لمستخدميه، ويوضح شكل (1) الخطوات الأساسية والتحضيرية لتصميم واجهة مستخدم رسومية تتسم بالفاعلية والكفاءة وتعمل على تحسين مفهوم الإستعمالية بوجه عام.

	التخطيط المرئى لواجهة المستخدم Visual layout	التنقل بين العناصر Navigation	تدفق المهام المختلفة Task flow
القراءة الأولية Initial reading	التأكد من أن المعلومات المقدمة للمستخدم سهلة الفهم ومن الممكن تحديد مكانها	تزويد المستخدمين بوصول سريع إلى المهام التى يحتاجون إلى أدائها	تنفيذ ميزات التحقق من صحة بيانات إدخال المستخدم
التفاعلات Interactions	العمل على إتساق تصميم واجهة المستخدم فى جميع أنحاء المنتج	محاولة توقع المهام التى سيقوم المستخدمون بتنفيذها أثناء استخدام المنتج	تضمن الواجهة ملاحظات كافية حول عملية التفاعل
الإستعمالية Usability	إختبار واجهة المنتج الخاص بك قبل طرحه للمستخدم الفعلى	الإستفادة من الأدلة المرئية فى واجهة المستخدم لمساعدة المستخدمين على فهم كيفية التفاعل	تضمين الميزات التى تسمح للمستخدمين بتخصيص واجهة المنتج لتلبية إحتياجاتهم

شكل (1) الخطوات الأساسية والتحضيرية لتصميم واجهة مستخدم رسومية

بإتباع الخطوات السابقة، مع محاولة توقع إحتياجات ومتطلبات المستخدمين، وكذلك بيان الحدود والقدرات العامة لهم، من المؤكد أن يتمكن المصمم من إنشاء واجهة مستخدم سهلة الاستخدام (Meinecke, 2020)، ومناسبة لمعظم المستخدمين، لأن المنتج المصمم جيداً يسهل جميع إجراءات أداء المهام المستهدفه منه، ويتيح ذلك للمستخدمين إنجاز العمل بكفاءة أكبر، مما يساعد فى تحسين النتيجة النهائية لإجراءات التفاعل، ويمكن أن يساعد أيضاً فى تقليل إحباط المستخدم، وكذلك طلبات الدعم التى يتلقاها، لأنه إذا لم يتمكن المستخدم من التفاعل مع واجهة المنتج بشكل فعال، فسيكون ذلك محبطاً للغاية بالنسبة له، وسيقل إحتمالية استخدامه للمنتج مستقبلاً.

2-1- معايير تصميم واجهة المستخدم الرسومية:

يركز تصميم واجهة المستخدم الرسومية على توقع ما قد يحتاج المستخدمون إلى القيام به، والتأكد من أن الواجهة تحتوى على عناصر يسهل الوصول إليها وفهمها، واستخدامها لتسهيل هذه الإجراءات التفاعلية، وتجمع واجهة المستخدم بين المفاهيم من تصميم التفاعل والتصميم المرئى وهندسة المعلومات، وأصبح المستخدمون على دراية العديد من عناصر الواجهات التفاعلية للمنتجات التى تعمل بطريقة تفاعلية، لذا يحاول المصمم أن تكون واجهة التفاعل متسقة وقابلة للتنبؤ فى إختيارات تخطيطها، مما يساعد القيام بذلك فى إكمال المهمة الموكلة للمستخدم بالكفاءة والرضا المتوقعين،؛ فتتضمن عناصر الواجهة على ما يلى:

- **عناصر البيان التحكم فى الإدخال:** الأزرار اللمسية، الحقول النصية، مربعات الاختيار، أزرار الاختيار، القوائم المنسدلة، مربعات القوائم، التعديل والتبديلات، وحقل التاريخ والبيانات الثابتة.
- **مكونات التنقل بين العناصر:** شريط التنقل فى المساحة العامة، شريط التمرير للعناصر، حقل البحث، ترقيم وترميز الصفحات، العلامات، والرموز.
- **المكونات المعلوماتية وأدوات المساعدة:** تلميحات الأدوات، الرموز الخاصة، شريط التقدم للبيان، الإخطارات والإشعارات، مربعات الرسائل، والنوافذ المشروطة.

قد تكون العناصر المتعددة المكونة لواجهة المستخدم الرسومية مناسبة لعرض المحتوى التفاعلى، عندما يحدث هذا، من المهم مراعاة المفاضلات الخاصة بالمستخدم الفعلى، على سبيل المثال، فى بعض الأحيان العناصر التى يمكن أن تساعد فى توفير المساحة، تضع عبئاً أكبر على المستخدم عقلياً عن طريق إجباره على تخمين ما هو داخل القائمة المنسدلة أو ما قد يكون العنصر؛ فكل شىء داخل واجهة تفاعل المستخدم ينبع من خبرة المستخدمين الفعليين، بما فى ذلك فهم أهدافهم ومهاراتهم وتفضيلاتهم وميولهم العامة، وبمجرد معرفة خصائص المستخدم، يجب التأكد من مراعاة ما يلى عند تصميم واجهة المستخدم التفاعلية لتحسين إستعمالية المنتجات/الأنظمة:

- جعل الواجهة بسيطة قدر الإمكان، وتكون أفضل الواجهات غير مرئية للمستخدم، والتى فيها يتجنب المصمم العناصر غير الضرورية، ويكونون واضحين فى اللغة التى يستخدمونها فى التواصل والتفاعلات وفى الرسائل.
- خلق التناسق، واستخدام عناصر واجهة المستخدم المشتركة، وباستخدام العناصر المشتركة فى واجهة المستخدم الرسومية، يشعر المستخدمون بمزيد من الراحة ويمكنهم إنجاز المهام بسرعة أكبر.
- إنشاء أنماط محددة فى اللغة والتخطيط والتصميم، وذلك فى جميع أنحاء الموقع للمساعدة فى تسهيل الكفاءة، وبمجرد أن يتعلم المستخدم كيفية القيام بشىء ما، يجب أن يكون قادراً على نقل هذه المهارة إلى أجزاء أخرى من الواجهة.
- وضوح الهدف فى تخطيط الواجهة، ويستهدف المصمم العلاقات المكانية بين العناصر الموجودة، ويقوم ببناء الصفحة بناءً على الأهمية، يمكن أن يساعد وضع العناصر بعناية فى لفت الإنتباه إلى أهم أجزاء المعلومات، ويمكن أن يساعد فى سهولة القراءة.
- استخدام اللون والملمس بشكل إستراتيجى، ويمكن للمصمم توجيه الإنتباه أو إعادة توجيه الإنتباه بعيداً عن العناصر، وذلك باستخدام اللون والضوء والتباين والملمس لصالح تفاعل المستخدم بشكل حدسى.
- استخدام مستويات التفاعل لإنشاء التسلسل الهرمى للبيانات والوضوح، مع الأخذ فى الإعتبار كيف استخدام أسلوب الكتابة، أحجام وخطوط وترتيب مختلف للنص، للمساعدة فى زيادة قابلية وسهولة القراءة.
- تزامن النظام لنقل ما يحدث من التفاعلات، يتم إبلاغ المستخدمين دائماً بالموقع أو الإجراءات أو التغييرات فى الحالة أو الأخطاء، يمكن أن يؤدى استخدام عناصر واجهة المستخدم المختلفة للإبلاغ عن الحالة، وإذا لزم الأمر، فإن الخطوات التالية يمكن أن تقلل من إحباط المستخدم.
- التفكير فى الإفتراضات المحتملة، من خلال التفكير بعناية وتوقع الأهداف التى يجلبها الأشخاص إلى الواجهة، ويمكن إنشاء إعدادات إفتراضية تقلل العبء على المستخدم، ويصبح هذا مهماً بشكل خاص عندما يتعلق الأمر بتصميم النموذج الأولى، حيث قد تتاح للمستخدم فرصة إختيار بعض الحقول مسبقاً أو ملؤها.

فأحد الجوانب الرئيسية لتحسين مفهوم الإستعمالية للمنتج التفاعلى،

وهو إجراء إختبار تفاعل المستخدم بشكل قبلى على أساس إفتراضى منتظم (Amer & Dawood, 2020)، يساعد هذا على تحديد المشكلات المحتملة قبل أن تصبح مشكلة حقيقية، ويساعد على ضمان أن واجهات المستخدم الرسومية داخل المنتج تلبى إحتياجات المستخدمين، ويجب على المصمم إجراء معايير أداء منتظمة للتأكد من أن عملية التفاعل المباشر بين المستخدم والمنتج تعمل كما هو متوقع، ومن الهام تصميم وثائق المنتج التى تزود المستخدمين بإرشادات ونصائح حول كيفية تحقيق أقصى إستفادة من المنتج التفاعلى (Tiller, 2021)؛ فاستخدام مفهوم الإستعمالية لإختبار واجهات المستخدم الرسومية داخل المنتجات التفاعلية فى بيئات مختلفة (Dawood, 2021a)، يكون للتأكد من أن جميع الوظائف التى يوفرها المنتج تعمل بشكل صحيح قبل إصدارها للمستخدمين الفعليين، وسيؤدى هذا إلى التأكد من أن المنتج التفاعلى سيعمل بشكل صحيح عندما يتم استخدامه من قبل أنواع مختلفة من المستخدمين وفى إعدادات وبيئات تفاعلية مختلفة (Arimetrics , 2021)، نتيجة لذلك، يمكن تحقيق واجهة مستخدم رسومية تعمل بكفاءة وفاعلية.

2- عناصر ومحددات تصميم واجهات المستخدم الرسومية:

يعمل المصممون دائماً على تحسين واجهات المستخدم الرسومية GUIs بحيث يتفاعل المستخدم العادى مع المنتج التفاعلى بشكل حدسى، بالإضافة إلى ذلك، قامت هذه الأنظمة التفاعلية بتوحيد تفاعلات المنتجات/الأنظمة، من النقر على شاشة المنتج إلى النقر بالماوس على أيقونة محددة (Quigley & Bodea, 2010)، وواجهة المستخدم الرسومية هى نظام يسمح للمستخدمين بالتفاعل البصرى مع الأجهزة الإلكترونية، وذلك من خلال الرموز والأزرار والأدوات ونقرات الماوس والمؤشرات الأخرى، وتتيح واجهة المستخدم الرسومية لأى شخص أن يتواصل مع منتج/نظام لتنفيذ إجراءات محددة.

ويعد مفهوم الإستعمالية مسألة حاسمة يجب مراعاتها بشكل خاص فى أى بيئة العمل تقليدية أو تفاعلية، حيث تكون الكفاءة والأداء ضروريين لأداء المهام، وتنقسم واجهات المستخدم الرسومية إلى مكونين رئيسيين، الأول هو المعلومات Information التى يعرضها التطبيق والثانى هو توزيعات التصميم Design الأساسية لعرض تلك المعلومات، ويركز البحث على مساحات العرض المخصصة وتوزيعاتها الهندسية، مما يجعل عرض المعلومات أكثر سهولة ويحقق مفهوم مفهوم الإستعمالية (Dawood, 2017)، ويمكن استخدام مفهوم الإستعمالية أثناء جلسة إختبار برنامج مكان العمل، وذلك من خلال قياس ردود فعل المستخدم أثناء مهمة معينة، فيما يلى عناصر ومحددات تطبيق مفهوم الإستعمالية وخطوات العينة، لتصميم عناصر واجهة المستخدم الرسومية التى يسهل فهمها ويمكن للمستخدمين الوصول إليها بسهولة (Dawood, 2021b).

2-1- عناصر واجهة المستخدم الرسومية:

عناصر واجهة المستخدم الرسومية هى كل ما يتألف منه التصميم المرئى للمنتج التفاعلى (Ahmed et al., 2022)، بالإضافة إلى أن العناصر مقسمة إلى فئتين أساسيتين، يمكن أن تكون العناصر تفاعلية، ويمكن أن تكون العناصر غير تفاعلية؛ بعبارة أخرى، إذا كان العنصر تفاعلياً، فعادةً ما يرتبط العنصر التفاعلى بتأثير مرئى مثل الرسوم المتحركة، بينما إذا كان العنصر غير تفاعلى، فعادةً ما يتضمن العنصر غير التفاعلى إدخالاً مثل زر أو قائمة، وتلك العناصر هى:

أ- قائمة التنقل: هذه هى القوائم المستخدمة للتنقل بين العناصر المختلفة، والفرق بين العنصر التفاعلى وغير التفاعلى، هو أنه فى العنصر التفاعلى يوجد به تأثير مرئى يستخدم لدفع تفاعل المستخدم، بينما فى العنصر غير التفاعلى، لا يوجد أى تأثير مرئى يجب استخدامه لدفع تفاعل المستخدم (Ahmed, 2008)، وفى حالة عناصر قائمة التنقل، يعتمد تفاعل المستخدم الذى يتم عرضه على العلامات المرئية التى تم تعيينها للعناصر مثل حجم شاشة العرض وحجم الرسومات وما إلى ذلك، وعند تغيير حجم الشاشة أو عند تغيير أى من الرسومات، يتم أيضاً تغيير العلامات، وبالتالى تغيير تنسيق العرض.

ب- قائمة الخيارات المنسدلة: ويعرض مربع القائمة العديد من الخيارات التى يمكن تحديدها، زيتم استخدام مربع قائمة منسدلة عندما يكون هناك مساحة صغيرة متاحة على الواجهة الرسومية، ويشير مستطيل واحد بسهم لأسفل بإتجاه خط يقع على الجانب المتاح من المستطيل، ويؤدى تحديد هذا السهم إلى عرض قائمة فرعية، وبمجرد أن يقوم المستخدم بالإختيار، يتم عرضه فى مستطيل التحديد المنسدل ويختفى مربع القائمة الأساسى، وإذا كان هناك إختيار شائع، فسيتم عرضه بشكل إفتراضى فى القائمة المنسدلة الأساسية.

ج- الأزرار: هذا أحد أنواع العناصر الموجودة داخل القائمة، حيث تعتمد وظيفة العنصر على العلامات التى تم تعيينها له، وعند تغيير حجم العرض أو عند تغيير الجهاز المستخدم، يتم أيضاً تغيير العلامات، وبالتالى تغيير تنسيق العرض، وتتضمن العلامات التى تم تعيينها لعنصر الزر حجم العرض وحجم الجهاز؛ فتسمى أزرار الإختيار، لتحديد الخيارات الحصرية، يمكن إختيار خيار واحد فقط من عدة خيارات، بهذه الطريقة يمكنك أن توضح للمستخدمين أنه يجب عليهم الإختيار من بين الخيارات (Baharuddin, Singh, & & Razali, 2013)، حيث يتم سرد الإختيارات مرة أخرى على جانب الزر، وعادةً فى بعض التسلسل، إذا كان هناك خيار يتم تحديده بشكل شائع، فعادة ما يتم تحديده كخيار إفتراضى عند عرض الواجهة الرسومية لأول مرة، وغالباً ما يكون هناك تحديد خاص، يسمى مجموعة الخيارات الخاصة، ويحيط بأزرار الإختيار، إذا كان هناك أكثر من ستة أزرار خيارات، يستخدم المصمم مربع قائمة أو مربع قائمة منسدلة.

د- الوصلات والروابط: هذا هو النوع الثانى من العناصر فى القائمة، وتعتمد وظيفته على العلامات التى تم تعيينها له، وبالتالى تغيير تنسيق العرض عند تغيير أى من المتغيرات السابقة، وتتضمن العلامات التى تم تعيينها لعنصر الإتصال المرئى حجم الرسومات وحجم الجهاز.

هـ - عناصر التضمين: هذا هو النوع الثالث من العناصر فى القائمة، وهى كل العناصر الثانوية فى العرض التى يتفاعل معها المستخدم بشكل متقطع، وتعتمد وظيفته على العلامات التى تم تعيينها له، وتتضمن أيضاً العلامات التى تم تعيينها لعنصر التضمين حجم العرض وحجم الجهاز.

و- مربعات الحوار: وتعد مربعات حوار التحكم فى علامات التبويب جزءاً آخر من واجهات المستخدم الرسومية، وطريقة أخرى لتنظيم المستخدمين خيارات النظام الأساسية بكفاءة، وفى تصميم مربعات التحكم فى علامات التبويب الأساسى، ينشئ المصمم علامة تبويب منفصلة لكل ميزة فريدة، ثم وضع علامات التبويب الأكثر استخداماً فى المقدمة وعرضها أولاً، ويقوم بتضمين أزرار موافق وإلغاء ومساعدة فى كل مربع جوارى منفصل.

ز- أزرار وشرائط التحرير والإضافة: أشرطة التمرير وأزرار الدوران مكونان إضافيان من عناصر واجهة المستخدم الرسومية

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

يمكن للمصمم استخدامها لتصميم شاشات الإدخال، وتُستخدم أشرطة التمرير وأزرار الدوران لتغيير البيانات التى لها نطاق مستمر من القيم، مما يمنح المستخدمين مزيداً من التحكم عند إختيار التعديل الحر (Baharuddin, Singh, & Razali, 2013) ، يؤدى تحريك المنزلق فى إتجاه واحد أو فى الاتجاه الآخر إلى زيادة أو تقليل القيم، يوضح الشكل أدناه استخدام أشرطة التمرير لتغيير مقدار الأحمر والأخضر والأزرق عند اختيار لون جديد، تُستخدم أزرار الدوران أيضاً لتغيير قيمة مستمرة وتظهر على يمين أشرطة التمرير.

ح- خرائط الصور: تُستخدم حقول خريطة الصورة الرسومية لتحديد القيم داخل الصورة، ينقر المستخدم على نقطة داخل الصورة ويتم إرسال إحداثيات أفقية ورأسية المقابلة إلى البرنامج، تُستخدم خرائط الصور عند إنشاء صفحات واجهات رسومية تحتوى على خرائط بها إرشادات للنقر فى منطقة معينة لعرض خريطة مفصلة للواجهة التفاعلية.

ط- مناطق الحقول النصية: يتم استخدام منطقة النص لإدخال كمية أكبر من النص، تتضمن هذه المناطق عدداً من الصفوف والأعمدة وأشرطة التمرير التى تسمح للمستخدم بإدخال وعرض نص أكبر من حجم منطقة المربع الحوارى، ويجب على المصمم تجنب التكرارية أو إلتفاف النص، مما يجبر المستخدم على الضغط على أحد الأزرار للإنتقال إلى السطر التالى؛ سيتم تمرير النص إلى اليمين إذا تجاوز عرض منطقة النص.

ى- صناديق الرسائل الخاصة: تُستخدم مربعات الرسائل لتحذير المستخدمين وتقديم رسائل ملاحظات أخرى فى مربع حوار، وغالباً ما تتداخل مع العرض بشكل واضح، ومربعات الرسائل هذه لها تنسيقات مختلفة، يجب أن يظهر كل منها فى نافذة منفصلة: ويجب أن توضح الرسالة بوضوح حتى يعرف المستخدم بدقة ما يحدث والإجراءات الممكنة.

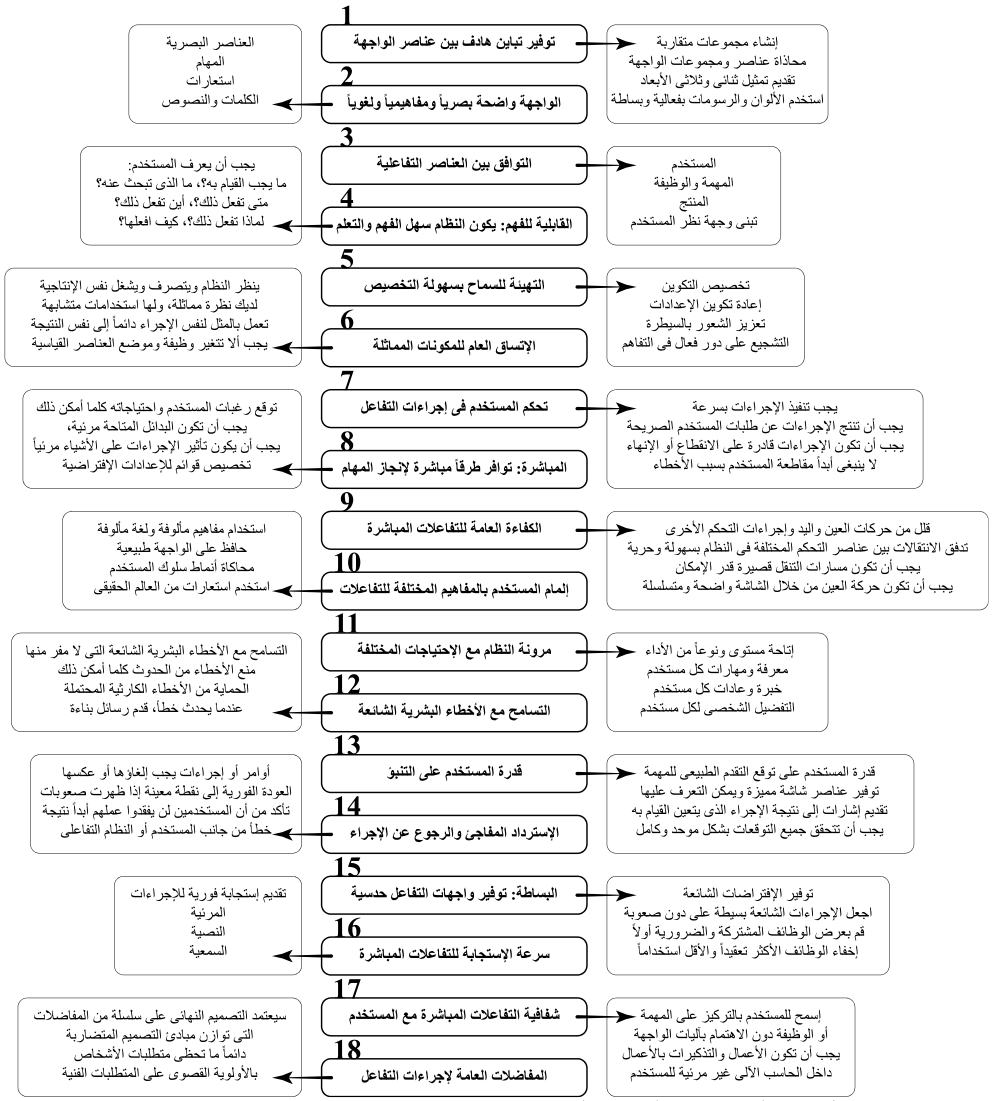
2-2- محددات تصميم واجهة المستخدم الرسومية:

واجهة المستخدم الرسومية GUI هى الطريقة التى يتفاعل بها المستخدمون مع أنظمة تشغيل الخاصة بالآلات اليوم، ويشار إلى هذا أيضاً بواجهة التفاعل المباشر، كما يمكن للمستخدمين استخدام تلك الواجهات لإنشاء حوار تفاعلى مع منتج أو نظام، وتستفيد واجهات المستخدم الرسومية من الميزات الإضافية فى تصميم العرض مثل مربعات النص وخانات الإختيار وأزرار الخيارات والقوائم ومربعات القائمة المنسدلة ومربعات التمرير وأزرار الدوران ومربعات حوار التحكم فى علامة التبويب وخرائط الصور (Beck, Janssen, Weisbecker, & Ziegler, 1994)، وتحتوى مكونات واجهة المستخدم الرسومية على العناصر التفاعلية التى تتيح المرونة فى تصميم شاشات العرض التفاعلى.

كما يمكن استخدام عناصر التصميم السابقة لتصميم واجهة المستخدم الرسومية، ويقسّم المصمم مساحة التصميم إلى عدة أشكال، لوحات خطية وأشكال ثنائية وثلاثية الأبعاد وشبكات وأزرار وأشرطة تقدم وحقول نصية، ويقوم بإنشاء كائنات رسومية لوضعها داخل الأشكال، وإدراج النصوص المكونة من المعلومات (Virzi, 1992)، وبتطبيق خلفيات مختلفة على أجزاء مختلفة من واجهة المستخدم، يمكن السيطرة على الهيكل العام لواجهة المستخدم الرسومية، وفيما يلى الخطوات الرئيسية التى يجب مراعاتها عند إجراء مراجعة عناصر واجهة المستخدم الرسومية:

- حدد الغرض والأهداف والمتطلبات الخاصة الواجهة الرسومية، فكر فى ما سيحتاج المستخدم إلى إنجازه بالمشروع والمعلومات التى سيحتاجها المستخدم للوصول إليها لإكمال مهامه بنجاح، وبمجرد تحديد هذه المعلومات، ستتمكن من إنشاء قائمة بالمهام التى يجب معالجتها فى الواجهة، ويمكنك استخدام هذه القائمة كإطار عمل لحالات الاختبار التى ستنشئها لوجهات المستخدم المستهدفة.
- قم بإنشاء قائمة بالمهام التى يجب تضمينها فى واجهة المستخدم (Nada & Dawood, 2023)، واستخدمها كأساس لإنشاء حالات الإختبار لواجهة المستخدم الرسومية، وتأكد من أن قائمة المهام تتضمن جميع المميزات الأساسية التى ستحتاج إلى تضمينها فى واجهة المستخدم، وتأكد من أنها تتضمن جميع الوظائف القياسية المطلوبة فى معظم الواجهات المماثلة.
- فكر فى الوظيفة الرئيسية لواجهة المستخدم المستهدفة، وقم بإنشاء نظرة عامة على الوظيفة من خلال إنشاء مخططات إنسيابية واستخدمها كأساس لتحديد ما يجب تضمينه فى شاشات العرض الرسومية، وإذا لم تكن متأكداً من وظيفة واجهة المستخدم، فاستخدم أمثلة تصميم المستوى الأساسى لواجهة المستخدم الرسومية التى تصممها (Benyon, Green, & Bental, 2011)، من أجل إنشاء مثال على الوظائف المتوفرة فى واجهة المستخدم.
- إبدأ بإختيار الرسومات والرموز المناسبة، فهذا يعنى أنه يجب عليك استخدام مجموعة متنوعة من عناصر التصميم المضمنة فى واجهات المستخدم التى تريد إختبارها، واستخدامها لمعرفة كيفية أداء الرسومات، فيما يتعلق بجميع العناصر التى تحتوى عليها، إختبر أيضاً كل مكون من مكونات واجهة المستخدم، لمعرفة ما إذا كانت المكونات الفردية تعمل معاً بشكل صحيح، وتنسيق كل مكون من المكونات التى تختارها متناسق مع المكونات الأخرى فى واجهة المستخدم.
- تأكد من تحديد جميع العناصر التى تريد إختبارها، ويجب عليك تضمين كل عنصر من عناصر التصميم الذى تستخدمه فى واجهة المستخدم، بما فى ذلك أى رسوم توضيحية مضمنة فى الاختبار الذى تقوم بإنشائه لواجهة المستخدم.

ويوضح شكل (2) المحددات الأساسية التى يتبعها المصمم عند تصميم واجهة مستخدم رسومية، وبها العديد من المبادئ المقبولة عند تصميم واجهات تفاعلية، وتعمل على إرضاء جمالى للمستخدم، وتوفير جاذبية بصرية، وذلك بإتباع مبادئ العرض التقديمى والتصميم الجرافيكى لوجهات التفاعل.



شكل (2) المحددات والمبادئ الواجب إتباعها عند تصميم واجهة مستخدم رسومية

مع إتباع المبادئ والمحددات السابقة يمكن تفعيل مفهوم إستعمالية واجهات المستخدم الرسومية، وتصميم واجهات تفاعلية ذات كفاءة وفاعلية كبيرة؛ فيجب أن يكون تدفق الإجراءات والإستجابات والإستعدادات البصرية والمعلومات بترتيب معقول يسهل تذكره ووضعه فى السياق التفاعلى المستهدف، ويكون السياق الذى يتم الحفاظ عليه من منظور المستخدم ذات أولوية قصوى، وتكون وسائل تحقيق الأهداف مرنة ومتوافقة مع مهارات المستخدم وخبراته وعاداته وتفضيلاته الخاصة (Brandl, 2002)، وتجنب الأوضاع الخاصة لأنها تقيد الإجراءات المتاحة للمستخدم، والسماح للمستخدم بتخصيص جوانب الواجهة الرسومية، مع توفير مجموعة مناسبة من الإعدادات الإفتراضية دائماً.

3- دراسة الممارسات العامة لإجراءات التفاعل المباشر:

التفاعل المباشر بين الإنسان والآلة وغيرهم من عناصر بيئة العمل يعنى الحوار المتبادل الخاص بالإتصال بين عناصر التفاعل، ولتصميم الحوار التفاعلى بين الإنسان المستخدم والحاسب الآلى HCI يسهل على الأشخاص استخدام الحاسب الآلى وغيره من الآلات، ويقلل من إحباطهم من تعقيدات نظام الحاسب الآلى أو المنتجات التفاعلية، وتذكر عناصر نموذج قبول التكنولوجيا التفاعلية، والتى تشير بدورها إلى أن الفائدة المتصورة وسهولة الاستخدام المتصورة، وستؤدى أولاً إلى نية استخدام المنتج/النظام وفى النهاية إلى التفاعل معه بشكل دورى (Vanderdonckt, 2005)، وهناك عدة نقاط رئيسية لتصميم حوار جيد أو ما يعرف بالتواصل الهادف، بحيث يفهم الحاسب الآلى ما يدخله الأشخاص ويفهم الأشخاص ما يقدمه الحاسب الآلى أو يطلبه، وهى تشمل معرفة الحد الأدنى من إجراءات المستخدم، والتشغيل القياسى والإتساق العام لتصميم واجهة التفاعل، جعل عملية التواصل الهادف عمل أساسى.

كما يجب أن يقدم النظام المعلومات بوضوح للمستخدم، وهذا يعنى وجود عنوان مناسب لكل عرض، وتقليل استخدام الإختصارات، وتقديم تعليقات واضحة للمستخدم، ويجب أن تعرض برامج الإستعلام والمساعدة معانى الكود، بالإضافة إلى البيانات بتنسيق محرر، مثل عرض الحقول والبيانات الأساسية من بينها الشهر واليوم والسنة فى حقل التاريخ، أو الفواصل والنقاط العشرية فى حقل آخر، ويجب تقديم تعليمات المستخدم بخصوص التفاصيل المختلفة، مثل تخصيصات مفاتيح الوظيفة المتاحة فى واجهة المستخدم الرسومية، وقد يتغير شكل المؤشر تناسباً وإعتماداً على العمل الذى يتم تنفيذه.

3-1- تصميم الحد الأدنى من إجراءات تفاعل المستخدم:

يحتاج المستخدم الأقل مهارة فى استخدام الحاسب الآلى أو القيام بمهام تفاعلية باستخدام المنتجات الحديثة إلى مزيد من مهارات الإتصال والتفاعل، ويجب على المصمم أن يعرض على واجهات التفاعل المزيد من النصوص والإرشادات لتوجيه المستخدم عبر واجهة التفاعل الرئيسية، وقد تحتوى بعض الواجهات التفاعلية على عدد أقل من الحوارات الإرشادية، وذلك نظراً لوجود مقياس للتحكم فى مدى جودة تدريب المستخدمين لأول مرة (Cabral, Campos, Cowan, & Lucena, 1990)، ويجب أن تحتوى واجهات المستخدم الرسومية على نص منبثق أو أوصاف متدرجة عند استخدام الصور كروابط فرعية، لأنه قد يكون هناك عدم يقين فى

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

تفسير معناها الأصلى أو المستهدف، خاصة إذا تم استخدام واجهة التفاعل على المستوى العالمى، مع ملاحظة أن إرشادات الإتحاد الأوروبى لعرض رسومات واجهات المستخدم تتطلب تسمية جميع الصور، بحيث يتمكن المستخدمون المعاقون بصرياً من سماع الأوصاف المكتوبة، والمعلنة من خلال برنامج خاص بهم، ومعلومات الحالة لأى من المربعات الحوارية الخاصة بواجهة المستخدم الرسومية هى طريقة أخرى لتوفير الإرشادات للمستخدمين.

كما أن الحد الأدنى من إجراءات التفاعل المتعلقة بواجهة المستخدم الرسومية لابد أن يكون فعالاً، وسيؤدى الحوار الجيد إلى زيادة كفاءة واجهات التفاعل، وتقليل عدد ضغطات المفاتيح المطلوبة، ويمكن للمصمم تحقيق هذا الهدف بعدة طرق مختلفة:

- تخصيص رموز المفاتيح، بدلاً من الكلمات الكاملة على شاشات الدخول، يتم أيضاً تمييز الرموز عند استخدام واجهة لغة الأوامر، مثل الاختصار البريدى للحالة المكون من حرفين على شاشة واجهة المستخدم الرسومية، كما يمكن إدخال الرموز عن طريق تحديد أوصاف الرموز من القائمة المنسدلة للخيارات المتاحة (Carlsen & Christensen, 1990)، ويساعد هذا فى ضمان الدقة، حيث يتم تخزين الكود كقيمة فى القائمة المنسدلة، بالإضافة إلى المساعدة فى توفير إتصال ذى مغزى حيث يتم تحديد الأوصاف المألوفة للمستخدم.
- إدخال البيانات التى لم يتم تخزينها بالفعل على الملفات فقط، وعلى سبيل المثال، عند تغيير سجلات العناصر أو حذفها، يجب إدخال رقم الصنف فقط، يستجيب الحاسب الآلى من خلال عرض المعلومات الوصفية المخزنة حالياً فى ملف العنصر، ويتم استخدام معرف المستخدم للعثور على السجلات ذات الصلة، مثل سجل المستخدم والأوامر وما إلى ذلك.
- استخدام القيم الإفتراضية للحقول على واجهة الإدخال، يتم استخدام الإعدادات الافتراضية عندما يقوم المستخدم بإدخال نفس القيمة فى حقل الشاشة لمعظم السجلات التى تتم معالجتها، ويتم عرض القيمة السابقة، ويمكن للمستخدم الضغط على مفتاح لقبول القيمة الإفتراضية أو كتابة القيمة الإفتراضية بقيمة جديدة، وقد تحتوى واجهات المستخدم الرسومية على مربعات إختيار و أزرار الاختيار التى يتم تحديدها عند فتح نموذج كمربع حوارى، وتظهر القوائم الحساسة للسياق عند النقر فوق كائن أو عنصر محدد (Thimbleby & Gow, 2004)، وتحتوى هذه القوائم على خيارات خاصة بالكائن أو العنصر المستهدف.
- تصميم برنامج إستفسار ومساعدة، بحيث يحتاج المستخدم إلى إدخال الأحرف الأولى فقط من الإسم أو وصف العنصر المراد البحث عنه، ويعرض البرنامج قائمة بجميع الأسماء المطابقة، وعندما يختار المستخدم واحدة، يتم عرض السجل المطابق.
- توفير التحكم بالمؤشر لنماذج واجهة المستخدم الرسومية، بحيث ينتقل المؤشر إلى الحقل التالى عند إدخال العدد الصحيح للأحرف، وعلى سبيل المثال، عندما يقوم المستخدم بإدخال رمز منطقة لرقم أو نص، وبعد إدخال ثلاثة أحرف، ينتقل المؤشر إلى الحقل التالى، وإدخال رموز مفتاح تسجيل الدخول هو مثال آخر، غالباً ما تكون الرموز فى مجموعات من أربعة أو خمسة أحرف، وعندما يتم ملء الحقل الأول، ينتقل المؤشر إلى الحقل التالى وهكذا.

كما يتعين على المصمم فحص كل حقل من حقول البيانات، وذلك لمعرفة ما إذا كان يجب التحكم فى المؤشر تلقائياً، ويمكن لأى مزيج من هذه الأساليب السابقة أن يساعد المصمم فى تقليل عدد ضغطات المفاتيح المطلوبة من قبل المستخدم، وبالتالى تسريع إدخال البيانات وتقليل الأخطاء المتوقعة.

3-2- التشغيل القياسى والإتساق العام لواجهة المستخدم:

يقوم المصمم بتوفير مساعدة سهلة التفاعل والاستخدام، وتحتوى العديد من الواجهات الخاصة بتعليمات الحاسب الآلى الشخصى على مواضيع إضافية يمكن تحديدها مباشرة باستخدام النص المميز المعروض على واجهة التعليمات للتفاعلات الأولية، وعادة ما تكون هذه الإرتباطات التشعبية والفرعية بلون مختلف، مما يجعلها تبرز على عكس بقية نص المساعدة، وتذكر باستخدام الرموز أو النصوص، بالإضافة إلى الترميز اللونى للوصول إلى أكبر عدد من المستخدمين، وتتضمن العديد من واجهات المستخدم الرسومية تعليمات تلميحات الأدوات، وتعرض رسالة مساعدة صغيرة تحدد وظيفة زر الأمر عند الحاجة، والجانب الآخر من الإتصال التفاعلى هو أن معالجات الحاسب الآلى يجب أن تفهم ما أدخله المستخدم، وبالتالى يجب تحرير جميع البيانات المدخلة على الشاشة للتأكد من صحتها.

فالتشغيل القياسى والإتساق عامل حاسم ضمن ضمان كفاءة واجهة المستخدم، ويجب أن يكون النظام متسقاً عبر مجموعة واجهاتة الرسومية المختلفة، وفى آليات التحكم فى تشغيل واجهات المستخدم عبر التطبيقات المختلفة، كما يجعل التناسق من السهل على المستخدمين تعلم كيفية استخدام أجزاء جديدة من النظام التفاعلى بمجرد أن يكونوا على دراية بمكون واحد، ويمكن تحقيق عامل الإتساق من خلال تحديد مواقع العناوين والتاريخ والوقت والمشغل ورسائل التعليقات فى نفس الأماكن على جميع شاشات العرض (Carlsen & Christensen, 1990)، توحيد التحكم فى عمليات الخروج من كل برنامج بنفس المفتاح أو خيار القائمة، إلغاء المعاملة المختلفة بطريقة متسقة، مثل استخدام مفتاح الخروج من التطبيقات الحالية ESC، الحصول على المساعدة بطريقة موحدة، مثل استخدام مفتاح وظيفى محدد، توحيد الألوان المستخدمة لجميع شاشات العرض أو واجهات المستخدم عامة، توحيد استخدام الرموز لعمليات مماثلة عند استخدام واجهة مستخدم رسومية أخرى، استخدام مصطلحات متسقة فى شاشة عرض أو واجهات مستخدم تفاعلية، توفير طريقة متسقة للتنقل عبر المربعات الحوارية المختلفة، استخدام محاذاة خط وحجم ولون متناسق على واجهات المستخدم الرسومية.

كما أن تحليل الأنظمة فى تصميم المدخلات الفعالة تتم من خلال تصميم نموذج جيد، ويجب أن يكون مصمم الأنظمة التفاعلية قادراً على تصميم نموذج كامل ومفيد، ويجب التخلص من النماذج غير الضرورية التى تهدر وقت المستخدم الفعلى؛ فالنماذج هى أدوات مهمة لتوجيه مسار العمل التفاعلى (Carroll & Mentis, 2008)، ويتم إختبارها عن طريق إنها أوراق مطبوعة مسبقاً تتطلب من الأشخاص ملء الردود بطريقة موحدة، وتستخرج هذه النماذج وتلتقط المعلومات المطلوبة من قبل المستخدمين الأوليين والتى غالباً ما تكون مدخلات إلى الحاسب الآلى، ومن خلال هذه العملية، غالباً ما تعمل النماذج كمستندات مصدر للمستخدمين أو كمدخلات لتطبيقات تصميم واجهات مستخدم رسومية ذو كفاءة وفاعلية، ولتصميم النماذج التى يجدها المستخدمين مفيدة، يجب مراعاة أربعة إرشادات لتصميم النموذج، ويتم النظر فى كل من المبادئ التوجيهية الأربعة بشكل منفصل:

- يجعل المصمم من السهل ملء النماذج التفاعلية فى واجهات المستخدم.
- يتم التأكد من أن النماذج تفى بالغرض الذى صممت من أجله، وتحقق الهدف العام.
- تصميم النماذج المعرفية بشكل إحترافى، وذلك لضمان إستكمال إجراءات التفاعل بشكل دقيق.
- الحفاظ على جاذبية الأشكال الموجودة فى النماذج التفاعلية داخل واجهة المستخدم.

ولتقليل مستويات الخطأ المتوقع وسرعة الإكمال وتسهيل إدخال البيانات وزيادة كفاءة التفاعل، من الضرورى أن تكون النماذج

الفهم، مما يساعد المستخدم على سرعة التفاعل معها، وتكون تكلفة النماذج ضئيلة مقارنةً بتكلفة الوقت الذى يقضيه المستخدمون فى تعبئتها ثم إدخال البيانات فى نظام معلومات، وغالباً ما يكون من الممكن التخلص من عملية نسخ البيانات التى يتم إدخالها فى نموذج إلى النظام باستخدام الإرسال الإلكترونى (Constantine & Lockwood, 1995)، وغالباً ما تحتوى هذه الطريقة على بيانات تم إدخالها من قبل المستخدمين أنفسهم، الذين يتفاعلون مع واجهات المستخدم الرسومية التى تم إعدادها للمعاملات التفاعلية الدورية.

3-3- التواصل/التفاعل الهادف والفعال بين المستخدم والآلة:

يعمل تدفق النموذج أو تفاعل العناصر على سهولة قراءة التفاعل الأولى للمستخدم داخل واجهة المستخدم الرسومية GUI، ويمكن أن يؤدى تصميم نموذج بالتدفق المناسب إلى تقليل الوقت والجهد الذى يبذله المستخدمون فى إكمال النموذج داخل واجهات المستخدم الرسومية، كما يجب أن تتدفق النماذج من اليسار إلى اليمين ومن أعلى إلى أسفل على حسب اللغة المتاحة للتفاعل، وقد يستغرق التدفق غير المنطقى وقتاً إضافياً وهو أمر محبط للمستخدم (Constantine & Lockwood, 2001)، والنموذج الذى يتطلب من الأشخاص الإنتقال مباشرة إلى أسفل أو أعلى بشكل مفاجئ ثم التخطى مرة أخرى إلى الجهة الأخرى لإكماله يُظهر تدفقاً ضعيفاً، وهناك العديد من الأهداف المحددة التى يجب تحقيقها عند تصميم واجهات مستخدم رسومية، وهى كالتالى:

- **تلبية الغرض المقصود، أو الهدف العام من واجهة المستخدم**

يتم إنشاء النماذج الخاصة داخل واجهات المستخدم الرسومية لخدمة غرض واحد أو أكثر، ومن الهام أن يتم التركيز على المستخدم لا على التكنولوجيا المستخدمة، وذلك فى تسجيل ومعالجة وتخزين وإسترجاع المعلومات للمستخدمين، وفى بعض الأحيان يكون من المستحسن تقديم معلومات مختلفة لأقسام متنوعة أو مستخدمين مختلفين، ولكن لا يزال من الممكن مشاركة بعض المعلومات الأساسية، هذا الموقف حيث تكون أشكال التخصص داخل الواجهة مفيدة.

- **ضمان دقة الإنجاز، وإنهاء المهام النهائية بكفاءة وفاعلية**

ستنخفض معدلات الأخطاء المرتبطة عادةً بجمع البيانات بشكل حاد عندما يتم تصميم واجهات المستخدم الرسومية لضمان إكمالها بدقة، ويعد التصميم مهماً لضمان قيام الأشخاص بعمل الشىء الصحيح مع النموذج كلما استخدموه مرات مختلفة، وعندما يستخدم المستخدمين واجهات مخصصة لمسح البيانات أو إدخالها بطريقة أخرى فى الموقع المناسب (Darmawan, 2013)، يتم تجنب الخطوة الإضافية للنسخ أثناء إدخال البيانات، وتستخدم الأجهزة المحمولة الإرسال اللاسلكى، أو يتم توصيلها مرة أخرى بأنظمة كمبيوتر أكبر حتى تتمكن من تحميل البيانات التى قام المصمم بتخزينها، ولا يكون هناك داعى لمزيد من النسخ لما حدث فى الواجهة من قبل.

- **الحفاظ على جاذبية النماذج والأشكال داخل واجهة المستخدم**

على الرغم من أن جاذبية الأشكال يتم التعامل معها أخيراً على أنها من العناصر الهامة، إلا أن ترتيب ظهورها لا يهدف إلى التقليل من أهميتها، بدلاً من ذلك، تتم معالجته أخيراً لأن إنشاء النماذج الفعالة يتم من خلال تطبيق التقنيات التى تمت مناقشتها فى النقاط السابقة، وتجذب الأشكال الجمالية الناس إليها وتشجع على إكمالها؛ فيجب أن تبدو النماذج التفاعلية مرتبة، ولكى تكون جذابة، ويجب أن تستخرج النماذج المعلومات بالترتيب المتوقع والمنطقى لدى المستخدم، ويساهم التخطيط والتدفق المناسبان فى جاذبية عملية التفاعل (Elfar & Dawood, 2023)، كما يمكن أن يساعد استخدام خطوط كتابة مختلفة فى نفس النموذج فى جعلها جذابة للمستخدمين، ويتم فصل الفئات المتنوعة والفئات الفرعية بخطوط سميكة ورفيعة للتباين فيما بينها، أيضاً تعد خطوط الكتابة وأوزان الخطوط عناصر تصميم مفيدة لجذب الإنتباه، وجعل الأشخاص يشعرون بالأمان أنهم يتفاعلون مع الواجهة بشكل صحيح.

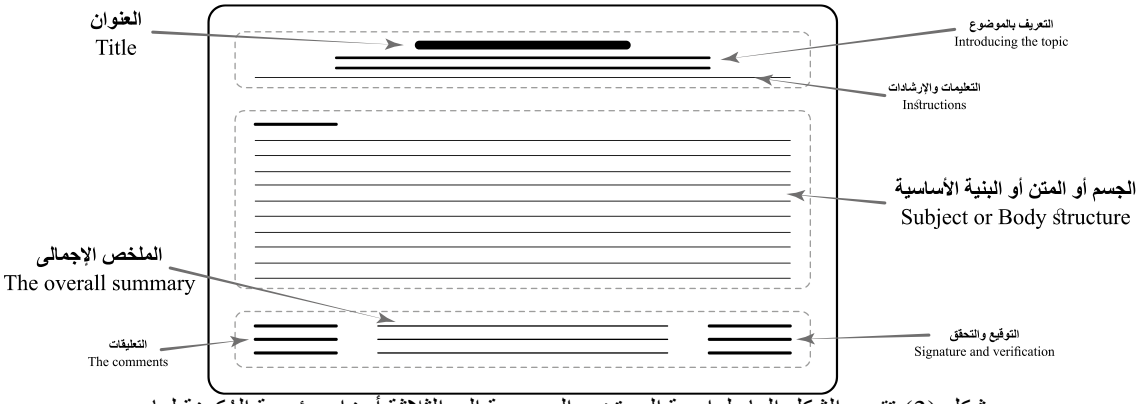
- **التحكم فى نماذج واجهة المستخدم الرسومية دون عوائق**

يعد التحكم فى أشكال ونماذج التفاعل أمر هام، وغالباً ما يكون لدى الشركات متخصص فى النماذج التفاعلية يتحكم فى تصميم النماذج الخاصة بواجهات المستخدم الرسومية، ولكن فى بعض الأحيان تقع هذه المهمة على عاتق مصمم الأنظمة، والذى بدوره يقوم بإعداد وتنفيذ التحكم فى النماذج الأولية؛ فتشمل الواجبات الأساسية للتحكم فى النماذج التأكد من أن كل نموذج قيد الاستخدام يفى بالغرض المحدد له فى مساعدة المستخدم على إنجاز مهامه، وأن الغرض المحدد جزء لا يتجزأ من الأداء التنظيمى العام لواجهة المستخدم (Foley J. , 1987)، ومنع تكرار المعلومات التى يتم جمعها والأشكال التى تجمعها بداخلها، وتصميم النماذج الفعالة، وإتخاذ قرار نهائى بشأن كيفية إعادة إنتاج النماذج بالطريقة الأكثر إقتصاداً، ووضع الإجراءات والضوابط العامة التى تجعل النماذج متاحة عند الحاجة، وغالباً ما يستلزم ذلك إتاحة تلك الواجهات وعرضها على المستخدم، فإن هذا من شأنه يساعد المستخدمين على التنظيم والفعالية.

كما يوجد سبعة أقسام رئيسية من النموذج الأولى لوجهات التفاعل، والطريقة الفعالة التى تعمل على تسهيل ملء النماذج بشكل صحيح هى التجميع المنطقى للمعلومات، والأقسام السبعة الرئيسية للنموذج هى العنوان، التعريف أو التحديد والوصول، التعليمات والإرشادات، الجسم أو المتن، التوقيع والتحقق، التجميعات الإجمالية الفرعية، والتعليقات؛ فمن الناحية المثالية، يجب أن تظهر هذه الأقسام على واجهة مجمعة كما هى (Foley, Gibbs, & Kovacevic, 1988)، مع ملاحظة أن الأقسام السبعة تغطى المعلومات الأساسية المطلوبة فى معظم واجهات المستخدم الرسومية، ويمكن تقسيم الشكل العام لواجهة المستخدم الرسومية إلى ثلاثة أجزاء رئيسية، وهما كالتالى:

- يتم تخصيص الجزء العلوى من واجهة المستخدم الرسومية GUI لثلاثة أقسام منهم: العنوان، التعريف أو التحديد والوصول، والتعليمات والإرشادات، ويتضمن قسم العنوان عادةً إسم وعنوان النشاط العام أو الهدف من واجهة التفاعل والذى أنشأ من أجله النموذج، ويتضمن قسم التعريف والوصول الرموز التى يمكن استخدامها لتقديم التقرير، والوصول إليه فى وقت لاحق، وهذه المعلومات مهمة للغاية عندما تكون الواجهة مطلوبة للإحتفاظ بالمستند لعدد محدد من السنوات، ويوضح قسم التعليمات والإرشادات كيف يجب ملء النموذج وأين يجب توجيهه عند إكتماله.
- منتصف واجهة المستخدم الرسومية GUI هو الجسم أو المتن العام لمكونات وعناصر واجهة التفاعل، والذى يتكون من نصف النموذج تقريباً، ويتطلب هذا الجزء من الواجهة أكبر قدر من التفاصيل والتطوير من الشخص المستخدم الذى يتفاعل معه، والمتن هو جزء الواجهة الذى يحتوى على الأرجح على بيانات صريحة ومتغيرة، ويتضمن أمبر قدر من التفاعلات.
- أيضاً يتكون الجزء السفلى من واجهة المستخدم الرسومية GUI من ثلاثة أقسام: التوقيع والتحقق، التجميعات الإجمالية الفرعية للملخص العام، والتعليقات، ويعد هذا الجزء مخصص للملخص العام للتفاعلات والتحقق من المراجعة النهائية لها، وملخصاً للتعليقات والتغذية الراجعة عن تجربة المستخدم (Foley, Chul, Kovacevic, & Murray, 1988)، وطريقة منطقية لتوفير عملية الإغلاق للمستخدم الذى يملأ النموذج المتاح داخل واجهة المستخدم الرسومية، وإنهاء عملية التفاعل، ويوضح شكل (3) الأجزاء الثلاثة الرئيسية للتقسيم العام واجهة المستخدم الرسومية.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



شكل (3) تقسيم الشكل العام لواجهة المستخدم الرسومية إلى الثلاثة أجزاء رئيسية المُكونة لها

ويوفر تصميم نموذج مبدئى من واجهة المستخدم الرسومية فحصاً داخلياً مزدوجاً لعملية التحقق من صحة المدخلات بين المستخدم والحاسب الآلى، مع منع الخطأ المتوقع حدوثه مستقبلاً، ويمكن تعويض البيانات الأولية لمستخدم مبتدئ إلى أمثلة لما يمكن التفاعل معه فى واجهة المستخدم، مثل التسمية التوضيحية، يعد التعليق الإرشادى الواضح أسلوباً آخر يمكن أن يجعل ملء نموذج أمراً سهلاً، وتعمل التسميات التوضيحية كإرشادات عامة تخبر المستخدم الذى يكمل النموذج بما يجب وضعه فى سطر فارغ أو مسافة، ويتم عرض العديد من خيارات التسميات التوضيحية فى الشكل التفاعلى، ويتم عرض نوعين من التسميات التوضيحية على الأسطر ونوعان من التعليقات التوضيحية وأمثلة على التسمية التوضيحية المعبأة وتسميات الجدول التوضيحية، كما تتمثل ميزة وضع التسمية التوضيحية أسفل السطر فى وجود مساحة أكبر للبيانات على السطر نفسه، قد تتضمن التسميات التوضيحية أيضاً ملاحظات توضيحية صغيرة لمساعدة المستخدم على إدخال المعلومات بشكل صحيح؛ فمن الضرورى بشكل عام استخدام العديد من أنماط التسميات التوضيحية فى كل نموذج، كلا النتيجتين تؤدى بالضرورة إلى تصميم نموذج مناسب ذو كفاءة وفاعلية كبيرة، ومنها يعمل تصميم التفاعل الجيد على زيادة كفاءة واجهة المستخدم الرسومية، ومنها تعزيز مفهوم الإستعمالية بوجه عام.

4- إطار العمل المقترح لتصميم واجهات المستخدم الرسومية:

ينقسم إطار العمل المقترح لنهج تصميم واجهة مستخدم رسومية إلى ثلاثة محاور رئيسية، الخطوات الرئيسية لتصميم واجهة مستخدم تعمل على تسهيل إجراءات التفاعل، وذلك بداية من عملية التصميم والإنشاء العام للمحتوى، وصولاً إلى مرحلة التقييم والإختبار الفعلى لعملية الاستخدام، القواعد الإرشادية لتصميم واجهة المستخدم الرسومية، والتى من إتباعها يمكن للمصمم إنشاء واجهة تفاعلية تعمل على تعزيز مفهوم إستعمالية المنتجات التفاعلية، ومنها توفير الكفاءة والفعلية المطلوبة ضمن إجراءات التفاعل المرن، ومتطلبات تصميم الهيكل العام لواجهة المستخدم، والتى من خلالها يتم وضع الضوابط العامة لإجراءات التصميم المثالى (Garmer, Liljegren, Osvalder, & Dahlman, 2000)، والذى يعمل على تناسب تصميم واجهة المستخدم إلى قدرات وحدود المستخدم ذات الخبرة العادية، ووضع آلية واضحة لكيفية تصميم العناصر والرموز والأشكال والمجسمات داخل واجهة المستخدم الرسومية، ويعد إتباع تلك المحاور الثلاثة عامل حاسم فى نجاح واجهة المستخدم الرسومية التى تعمل على تيسير عملية التفاعل المباشر بين المستخدم والآلة.

4-1- الخطوات الرئيسية لتصميم واجهة المستخدم الرسومية:

فيما يلى يستعرض البحث عدة خطوات لتهيئة عناصر التصميم الجيد لوجهة مستخدم رسومية (Griffiths, et al., 2001)، وهى كالتالى:

إنشاء فريق تصميم متوازن:

ويشمل جميع الأفراد المتخصصين فى تصميمات واجهات التفاعل، ويكون تكوين فريق من المهندسين والمبرمجين المتخصصين فى البرمجة والتصميم المرئى والكتابة والعوامل البشرية والإرجونوميكس وتصميم التفاعل، ومصممى التفاعلات المعرفية هو فرد عضو فريق نادر، يمكنه إرتداء جميع القبعات بشكل جيد، والتناسب بين مهمات الفريق والتنسيق فيما بينهم.

إتبع دورة تصميم واجهة المستخدم:

هناك عملية لها عدة محددات وخطوات عدردة لتصميم واجهات مستخدم رسومية، وتم ذكرها فى الأقسام السابقة، والتى تسهل على الفريق تصميم أفضل واجهة ممكنة بأكثر الطرق فعالية من حيث الكفاءة الاستخدامية أثناء عملية التفاعل.

إنشاء مواصفات التصميم الخاصة:

أثناء مرحلة تصميم واجهة التفاعل، يضع المصمم الأساس لواجهة قابلة للاستخدام، وفى هذا الجزء من العملية، يقوم بتحديد أهداف وميزات الواجهة الرسومية، وتفهم من هم المستخدمون ومهامهم ونواياهم وأهدافهم، ويبدأ فى تحديد الإطار المفاهيمى أو نموذج التصميم الخاص، وذلك لتمثيل الواجهة بمعرفة وخبرة جمهور المستخدمين المستهدف، ومن ثم يكتب التصميم الخاص كمواصفات عامة، سيساعد هذا فى جعل التصميم أكثر واقعية ويكشف عن المشكلات والثغرات المستقبلية.

استخدام النماذج الأولية كسيناريو تفاعلى:

بمجرد تحديد نموذج التصميم شبه النهائى، يضع المصمم نموذجاً أولياً لبعض الجوانب الأساسية للتصميم العام لوجهة المستخدم، ويكون استخدام نماذج الورق والقلم الرصاص أفضل بداية، لأنها سريعة التحضير وسهلة التغيير، وتوفر النماذج الأولية أداة فعالة لتوصيل التصميم التفاعلى، كما أنها تساعد فى تحديد تدفق المهام وتصور التصميم بشكل أفضل، ويمكن أيضاً الحصول على مدخلات مستخدم منخفضة التكلفة فى التصميم، باستخدام نماذج أولية مفيدة بشكل خاص فى وقت مبكر من عملية التصميم.

التحقق من الإستعمالية باستخدام التقييم والإختبار:

عندما يكون لدى المصمم نموذج أولى، يقوم بإشراك المستخدمين على الفور، ويوفر اختبار الإستعمالية للتصميم معلومات قيمة للغاية وهو جزء أساسى من نجاح واجهة المستخدم الرسومية، ويوفر الإختبار كفاءة المهام وبيانات النجاح أو الفشل، ويمكن أن يوفر معلومات حول تصورات المستخدمين ورضاهم وأسئلتهم ومشكلاتهم المتوقعة، كما أن استخدم المشاركين فى الإختبار الذين يتناسبون مع التصميم الشخصى لجمهور المستخدمين المستهدف.

وبالإضافة إلى إختبار الإستعمالية عن طريق نموذج بدائى أولى، ستحتاج إلى إجراء تقييمات قابلية الاستخدام، وهذه تتخذ هذه أشكالاً عديدة، بما فى ذلك، إتباع ووضوح الإرشادات العامة ومجموعات التركيز والتقييمات الإستكشافية؛ فكلما زادت المعلومات حول كيفية تفاعل المستخدمين مع واجهة المستخدم الرسومية، زاد عامل إستعمالية المنتج/النظام المستهدف، وكلما كان مبكراً، زادت فعالية واجهة المستخدم الخاصة بالواجهة الرسومية للمستخدمين.

□ **إعادة الاستخدام والتفاعل:**
نظراً لأنه من المحتم أن يكشف الإختبار عن نقاط الضعف فى التصميم، وعلى الأرجح يوفر معلومات إضافية قد يرغب المصمم فى استخدامها وإعادة هيكلتها، فإنه يبدأ فى إعادة عملية التصميم بأكملها مرة أخرى، ويأخذ ما تعلمه وصقل التصميم وأعداد النموذج الأولى مرة أخرى، ومنها إعادة الإختبار (Guerrero & Lula, 2002)، ويجب أن يستمر هذا التكرار خلال عملية التطوير حتى يكون جمهور المستخدمين راضياً عن النتيجة الإجمالية للتفاعل مع واجهة المستخدم الرسومية.

4-2- القواعد الإرشادية لتصميم واجهة المستخدم الرسومية:
يناقش البحث عدد من القواعد الإرشادية لمصمم واجهة مستخدم رسومية، تعمل على تعزيز إستعمالية واجهة التفاعل بشكل أفضل، وتتمثل تلك القواعد فى الآتى:

□ **الاستخدام العادل والمعرفى:**
أن يكون التصميم مفيد وقابل للتسويق للأشخاص ذوى القدرات المتنوعة، وذلك من خلال توفير نفس وسائل الاستخدام لجميع المستخدمين المستهدفين، وأن تكون متطابقة كلما أمكن ذلك؛ أيضاً تجنب فصل أو وصم أى مستخدم وشعوره كأنه مقيد، أو لا يعلم المقدار الكافى (Han, Yun, Kwahk, & Hong, 2001)، وجعل التصميم جذاباً لجميع فئات المستخدمين.

□ **المرونة فى الاستخدام:**
جعل التصميم يلائم نطاقاً واسعاً من التفضيلات والقدرات الفردية والمعرفية من جمهور المستخدمين، من خلال توفير حرية الإختيار فى طرق التفاعل والاستخدام، وتوفير القدرة لواجهة التفاعل على التكيف مع وتيرة المستخدم.

□ **استخدام بسيط وبديهى:**
يجعل المصمم الواجهة واضحة العناصر، ويسهل فهم استخدام التصميم، بغض النظر عن خبرة المستخدم أو معرفته أو مهاراته اللغوية أو مستوى التركيز الحالى، أو حتى خبراته السابقة، من خلال القضاء على التعقيدات غير الضرورية، وأن تكون التفاعلات متسقة مع توقعات المستخدم وحدسه، وترتيب المعلومات بما يتفق مع أهميتها، وتقديم توجيهات وتعليقات فعالة أثناء وبعد الانتهاء من المهمة.

□ **المعلومات التفاعلية المُقدمة:**
ينقل التصميم المعلومات الضرورية بشكل فعال إلى المستخدم، بغض النظر عن الظروف المحيطة أو القدرات الحسية للمستخدم، من خلال استخدام أوضاع مختلفة شكلية أو لفظية أو ملموسة، وذلك لعرض فائض للمعلومات الأساسية، وتوفير تباين مناسب بين المعلومات الأساسية ومحيطها، وتمييز العناصر بطرق يمكن وصفها، وجعل من السهل إعطاء التعليمات أو التوجيهات.

□ **التسامح مع الأخطاء:**
أن يقلل التصميم من المخاطر والعواقب السلبية للأعمال العرضية أو غير المقصودة الناتجة عن تفاعل المستخدم، من خلال توفير ميزات آمنة من الفشل عن طريق عرض أمثلة توضيحية، الإبتعاد عن العمل اللاّواعى فى المهام التى تتطلب اليقظة.

□ **التقليل من الجهد:**
يمكن استخدام التصميم بكفاءة وراحة وبأقل قدر من التعب، من خلال السماح للمستخدم بالحفاظ على وضع محايد للجسم، والتقليللامن الجهد البدنى المستمر أثناء عملية التفاعل.

□ **توفير المساحات المناسبة للتفاعل:**
يتم توفير الحجم والمساحة المناسبة للإقتراب والوصول والتلاعب والاستخدام، بغض النظر عن حجم جسم المستخدم أو وضعه أو حركته، من خلال توفير خط رؤية واضح للعناصر المهمة لأى مستخدم جالس أو واقف، وجعل الوصول إلى جميع المكونات مريحاً لأى مستخدم ذات فئة خاصة.

فيتجلى تطبيق التصميم العام فى واجهات المستخدم الرسومية فى المجالات التى يركز فيها المصمم على الإنسان المستخدم وليس على العناصر التكنولوجية، والتصميم الشامل القابل للتعلم وإكتساب الخبرات (Herrmann & Hill, 1989)، وينصب التركيز فى تصميم واجهات المستخدم الرسومية على التصميم الذى يركز على الإنسان، لأنه أكثر صلة بالأهداف العامة لتحقيق مبادئ الإستعمالية وعامل المستدامة للجميع حسب التصميم المستهدف.

4-3- متطلبات تصميم الهيكل العام لواجهة المستخدم الرسومية:
يتم استخدام أسلوب التصميم الرسومى للمواد المطبوعة عامة، سواء كانت الأشكال أو الرموز أو اللون أو الرسومات الإستاتيكية أى الثابتة والديناميكية أى المتحركة الأخرى، وذلك لنقل المعلومات والحقائق والمفاهيم والعواطف وأى معانٍ أخرى، يشكل هذا تصميماً رسومياً منظماً وموجهاً لتقديم المعلومات، ويساعد الأشخاص على فهم المعلومات المقدمة وتفسيراتها من خلال عمليات التفاعل المباشر، كما يعتمد الإتصال المرئى الناجح من خلال التصميم الرسومى لواجهة المستخدم الموجه للمعلومات، على بعض المبادئ الأساسية لتصميم الواجهات التفاعلية، والتى تعد بمثابة متطلبات عامة لتصميم الهيكل العام لواجهة المستخدم الرسومية.

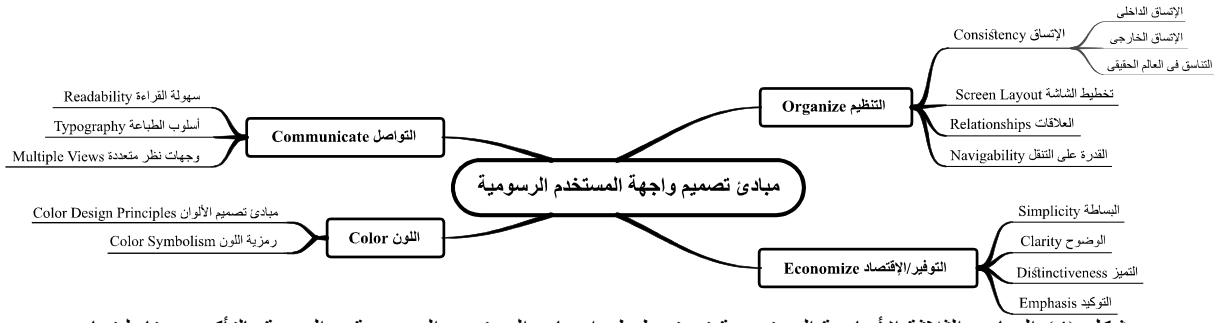
هناك ثلاثة عوامل يجب أخذها فى الإعتبار عند تطبيق التواصل المرئى الفعال لواجهات المستخدم الرسومية، ومنها تصميم واجهة مستخدم ناجحة؛ وهم عوامل التنمية وعوامل الرؤية وعوامل القبول؛ فتساعد عوامل التنمية من خلال تحسين الإتصال المرئى، وتشمل قيود النظام التفاعلى الأساسى، ومجموعات الأدوات وقوائم المكونات، ودعم النماذج الأولية السريعة، والتخصيص الفعلى لها، وتأخذ عوامل الرؤية بعين الاعتبار العوامل البشرية وتعبر عن الهوية البصرية القوية، وتشمل القدرات والحدود البشرية، وهوية المنتج العامة (Hussey, 1997)، والنموذج المفاهيمى الواضح، والتمثيلات المتعددة للعناصر، وتشمل عوامل القبول القاعدة المثبتة لمهام التفاعل، وسياسة المنتج والأسواق، وكذلك التوثيق والتدريب.

وتتكون واجهة المستخدم الرسومية من لغة تفاعلية مرئية وصوتية وملموسة، تتشارك فيما بينها لنجاح عملية التفاعل بين المستخدم والمنتج، وتشير اللغة التفاعلية هنا إلى جميع التقنيات الرسومية المستخدمة لتوصيل الرسالة أو السياق، وتشمل التالى:

- **التخطيط Layout:** التنسيقات والنسب والشبكات؛ منظمة ثنائية الأبعاد وثلاثية الأبعاد.
- **الطباعة Typography:** اختيار الخطوط والتنضيد، بما فى ذلك العرض المتغير والعرض الثابت.
- **اللون والملمس Color and Texture:** اللون والملمس والضوء الذى ينقل المعلومات المعقدة والواقع التصويرى.
- **الصور Imagery:** العلامات والأيقونات والرموز، من الصورة الفوتوغرافية الواقعية إلى التجريدية.
- **الرسوم المتحركة Animation:** عرض ديناميكى أو حركى؛ مهم جداً للصور المتعلقة بالفيديو.
- **التسلسل Sequencing:** النهج العام لرواية القصص المرئية.
- **الصوت Sound:** إشارات مجردة أو صوتية أو موسيقية أو ملموسة.
- **الهوية المرئية Visual identity:** القواعد الإضافية الفريدة التى تضفى الإتساق العام على واجهة المستخدم، القرارات العامة المتعلقة بكيفية تعبير الشركة أو خط الإنتاج عن نفسها بلغة مرئية.

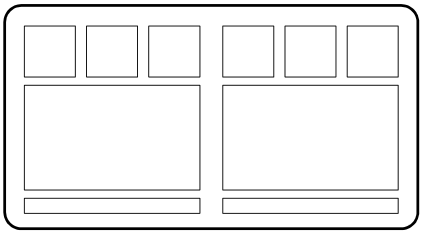
4-4- مبادئ تصميم واجهة المستخدم الرسومية:
هناك ثلاثة مبادئ أساسية متضمنة فى استخدام اللغة المرئية داخل واجهات المستخدم الرسومية، وتكون تلك المبادئ بمثابة الإطار العام لقياس فاعلية واجهات المستخدم الرسومية (Jacob, 1983)، والتحقق من مدى فاعليتها أثناء عملية التفاعل المباشر مع المستخدم، ويوضح شكل (4) المبادئ الثلاثة الأساسية المستخدمة فى تخطيط واجهات المستخدم الرسومية.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

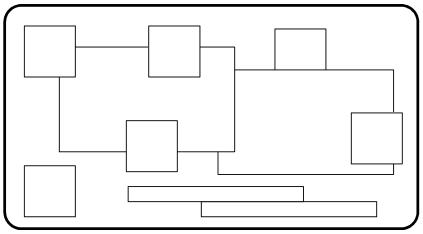


شكل (4) المبادئ الثلاثة الأساسية المستخدمة فى تخطيط واجهات المستخدم الرسومية، والمعنية بالتأكد من فاعليتها

4-4-1- التنظيم Organize: تزود المستخدم ببنية مفاهيمية واضحة ومتسقة، ويعد الإتساق أو التناسق Consistency وتخطيط الشاشة Screen Layout والعلاقات Relationships وإمكانية التنقل Navigability مفاهيم مهمة فى عامل التنظيم وإدارة واجهة المستخدم الرسومية (Lecerof & & Paternò, 1998)، ويوضح شكل (5) المفهوم العام لتنظيم البنية الأساسية لمكونات واجهات المستخدم الرسومية.



شاشة/واجهة مرتبة Ordered Screen/Interface

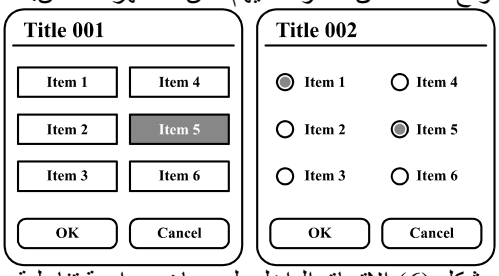


شاشة/واجهة فوضوية Chaotic Screen/Interface

شكل (5) الترتيب العام لمكونات وعناصر واجهات المستخدم الرسومية

أ- الإتساق Consistency: يعد تناسق العناصر الإجمالية المُكونة لواجهات المستخدم الرسومية عاملاً حاسماً، وهناك أربع وجهات نظر للإتساق، وهما الإتساق الداخلى، والإتساق الخارجى، والإتساق فى العالم الحقيقى، وعندما لا تكون متسقة.

وتكون النقطة الأولى، وهى الإتساق الداخلى والذى ينص على أن نفس الإتفاقيات والقواعد يجب أن تطبق على جميع عناصر واجهة المستخدم الرسومية الإجمالية (Lee, et al., 1990)، ويوضح شكل (6) مثال على الإتساق الداخلى للعناصر المُكونة لواجهات التفاعل، ويتم عرض نفس أنواع العناصر فى نفس الأماكن، والذين لديهم أنواع مختلفة من السلوك لديهم نفس المظهر الخاص.



شكل (6) الإتساق الداخلى لمربعات حوارية تفاعلية

كما أن الإتساق الخارجى، وهو النقطة الثانية، والتى تنص على ضرورة إتباع المنصات والتقاليد الثقافية عبر واجهات المستخدم الرسومية (Leuthold, Bargas-Avila, & Opwis, 2008)، ويوضح شكل (7) الإتساق الخارجى لأيقونات أداة تحرير النصوص، وهذه الرموز تأتى من مختلف أنواع النشر داخل التطبيقات، ولكن بشكل عام لها نفس المعنى.

شكل (7) الإتساق الخارجى لأيقونات أداة تحرير النص

والنقطة الثالثة، والتى تعنى التناسق فى العالم الحقيقى أن الاتفاقيات يجب أن تكون متسقة مع تجارب وملاحظات وتصورات المستخدم الواقعية، والتى يتعامل معها بشكل دورى ودائم، ويوضح شكل (8) تناسق العلامات داخل العالم الحقيقى.

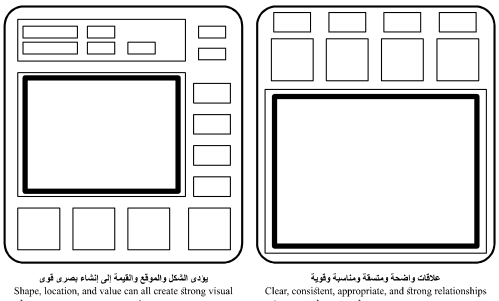
شكل (8) الإتساق داخل رموز وعلامات العالم الحقيقى

والنقطة الأخيرة المشتركة بين كل النقاط الثلاثة السابقة، وهو عامل الابتكار Innovation، والذى يتعامل معه المصمم عندما لا يكون التصميم متسقاً، ويجب أن يتم الإنحراف عن الإتفاقيات الحالية فقط إذا كان يوفر فائدة واضحة للمستخدم أثناء التفاعل مع واجهات المستخدم الرسومية.

ب- تخطيط الشاشة Screen Layout: هناك ثلاث طرق لتصميم عرض التخطيط المكانى لواجهات المستخدم، استخدام بنية الشبكة، توحيد تخطيط الشاشة، وتجميع العناصر ذات الصلة، ويمكن أن يساعد هيكل الشبكة فى تحديد القوائم أو مربعات الحوار أو لوحات التحكم، لابد من وضع الحد الأقصى لعدد التقسيمات الأفقية أو الرأسية الرئيسية، سيساعد هذا فى تقليل الفوضى على الشاشة وجعلها أسهل فى الفهم (Molina & Trætteberg, 2004)، ويوضح شكل (9) الإتساق العام لتخطيط الشبكة العامة لواجهة المستخدم الرسومية.

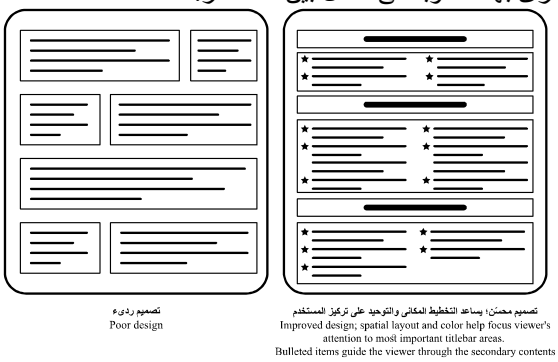
شكل (9) الإتساق العام لشبكة تقسيمات مناطق واجهات المستخدم الرسومية

ج- العلاقات Relationships: يمكن أن يساعد فى ربط العناصر ذات الصلة، وفصل العناصر غير ذات الصلة فى تحقيق التنظيم المرئى المتكامل، ويوضح شكل (10) قيمة الشكل والموقع للعناصر فى إنشاء علاقات بصرية قوية.



شكل (10) الإتساق العام لشبكة تقسيمات مناطق واجهات المستخدم الرسومية

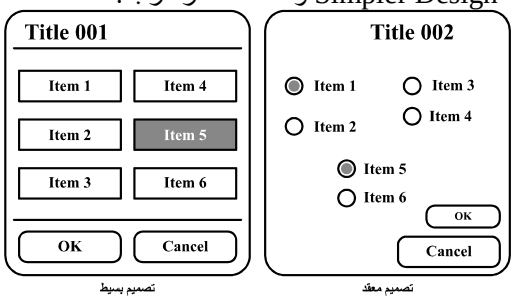
د- القدرة على التنقل Navigability: فهناك ثلاث تقنيات تنقل مهمة، هما توفر تركيزاً أولياً لإهتمام المشاهد، والإهتمام المباشر بالعناصر المهمة أو الثانوية أو المحيطية، وتقنيات تساعد فى التنقل فى جميع أنحاء الواجهة، وجميعها تعمل على تيسير الإنتباه إلى مناطق شريط العنوان الأكثر أهمية، وعناصر نقطية تعمل على إرشاد المشاهد من خلال المحتويات الثانوية (Murano, 2005)، ويوضح شكل (11) الفرق بين واجهات يوجد بها سهولة فى التنقل وأخرى بها صعوبة فى التنقل بين العناصر.



شكل (11) مثال توضيحى على الإتساق العام لعناصر تصميم واجهة التفاعل والتى تساهم فى تسهيل عملية التنقل بين العناصر الأولية الثانوية

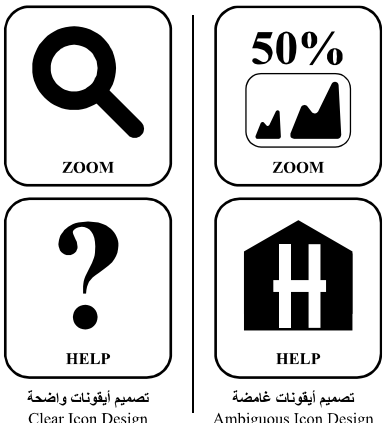
4-4-2- التوفير/الإقتصاد Economize: ويكون عن طريق تصميم عناصر أكثر مع أقل قدر من الإشارات إليهم، وهناك أربع نقاط رئيسية يجب مراعاتها، وهم البساطة، والوضوح، والتميز، والتوكيد.

أ- البساطة Simplicity: وتشمل البساطة فقط العناصر الأكثر أهمية للتواصل، يجب أن يكون أيضاً غير مزعج قدر الإمكان (Norman & Panizzi, 2006)، ويوضح شكل (12) مثال للتصميم ذات التفاصيل المعقدة Complicated، وآخر للتصميم البسيط Simpler Design وذات عناصر مرتبة.



شكل (12) مثال للتصميم المعقد والتصميم البسيط

ب- الوضوح Clarity: يجب تصميم جميع المكونات بحيث لا يكون معناها غامضاً، وسهلة الفهم للمستخدم، ويوضح شكل (13) تصميم الأيقونات غامضة وغير مفهومة بشكل مباشر، وأخرى واضحة وذات معنى مباشر يسهل على المستخدم فهمها بسهولة.



شكل (13) تصميم الأيقونات الغامضة أو الواضحة

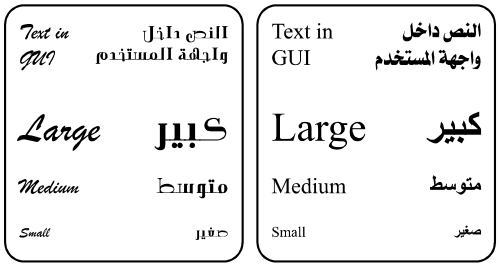
ج- التميز Distinctiveness: يجب أن تكون الخصائص المهمة للعناصر الضرورية مميزة، ويسهل على المستخدم التفاعل معها بشكل سريع، وذات تفاصيل مميزة له (Phillips, Mehandjiska, Griffin, Choi, & Page, 1998)، ويوضح شكل (14) مثال لتصميم أيقونات واضحة وذات تفاصيل مميزة للمستخدم.

شكل (14) تصميم أيقونات ذات تفاصيل مميزة

د- التوكيد Emphasis: يجب إدراك العناصر الأكثر أهمية بسهولة، يجب تقليل التركيز على العناصر غير الحرجة وتقليل الفوضى إلى الحد الأدنى حتى لا يتم إخفاء المعلومات الهامة، وكذلك التمييز بين العناصر الأساسية والفرعية والثانوية داخل واجهة المستخدم الرسومية.

4-4-3- التواصل Communicate: يجب على المصمم أن يطابق العرض التقديمى مع إمكانيات المستخدم وخبرته السابقة، ويجب أن تحافظ واجهة المستخدم الرسومية على التوازن بين الوضوح وسهولة القراءة والطباعة والرمزية ووجهات النظر المتعددة من أجل التواصل داخل عملية التفاعل بنجاح.

أ- سهولة القراءة Readability: يجب أن يكون كلمات العرض سهل التحديد والتفسير، كما يجب أن يكون واضحاً وجذاباً (Rouff & Horowitz, 1991)، ويوضح شكل (15) مثال للخطوط القابلة للقراءة والفهم السريع، وغيرها قد يكون غير مفهوم وذات تفاصيل معقدة، ويكون تصميم المكونات لتكون سهلة التفسير والفهم، تصميم مكونات لتكون جذابة وسهلة القراءة.



شكل (15) تصميم الخطوط والنصوص غير المقروءة والقابلة للقراءة

ب- أسلوب الطباعة Typography: يشمل خصائص العناصر الفردية مثل الخطوط والأنماط، وتجمعاتها المختلفة لتقنيات الطباعة، كما يجب استخدام عدد قليل من الخطوط التى يجب أن تكون مقروءة وواضحة ومميزة - أى التمييز بين فئات مختلفة من المعلومات – وتكون التوصيات العامة هى حد أقصى أحجام 3 نقاط كحد أقصى فى كل بند، وبحد أقصى 40-60 حرفاً لكل سطر من النص، وضبط

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

النص على تدفق لليسار أو اليمين حسب اللغة والأرقام متدفقة للجهة المقابلة، وتجنب النص المركز فى القوائم والأسطر القصيرة المضبوطة للنص (Schlungbaum, 1996)، استخدام الأحرف الكبيرة والصغيرة كلما أمكن ذلك للتمييز بين العبارات المختلفة، ويوضح شكل (16) الأنماط والخطوط فى النص الموصى بها لتكون سهلة القراءة والفهم.

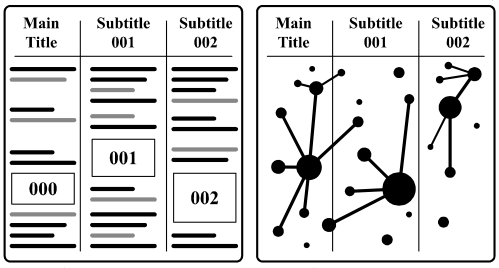
Helvetica
Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii
Jj Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr
Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz
0123456789

Times New Roman
Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii
Jj Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr
Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz
0123456789

Courier
Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii
Jj Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr
Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz
0123456789

شكل (16) مثال الخطوط والأنماط الموصى بها

ج- وجهات نظر متعددة Multiple Views: تقديم وجهات نظر متعددة حول عرض الهياكل والعمليات المعقدة، وللإستفادة من هذه الآراء المتعددة، يقوم المصمم بعمل أشكال متعددة من التمثيل، ومستويات متعددة من التجريد، وتوفير جهات نظر بديلة متزامنة ومترابطة، وتوجيه المستخدم إلى روابط ومراجع متدرجة، والإستناد إلى البيانات الوصفية، والنص الكبير للتوضيح، والفقرات المسلسلة تسلسل منطقى (Shankar, Louis, Dascalu, Hayes, & Houmanfar, 2007)، ويوضح شكل (17) وجهات نظر المستخدم عند الإطلاع على واجهات المستخدم الرسومية لفظياً وبصرياً.



شكل (17) وجهات النظر المتعددة اللفظية والبصرية

4-4-4- اللون Color: يعد اللون من أكثر العناصر تعقيداً فى تحقيق التواصل المرئى الناجح، إذا تم استخدامها بشكل صحيح، يمكن أن تكون أداة قوية للتواصل، كما يجب دمج الألوان بحيث يكون لها معنى بصرى؛ فبعض مزايا استخدام الألوان للمساعدة فى التواصل هى: التأكيد على المعلومات المهمة، تحديد الأنظمة الفرعية للبنى، تصوير الأشياء الطبيعية بطريقة واقعية، تصوير الوقت الفعلى والتقدم، تقليل أخطاء التفسير، إضافة أبعاد الترميز، زيادة قابلية الفهم، زيادة المصداقية والجاذبية البصرية.

وعندما يتم استخدام اللون بشكل صحيح، سيتعلم المستخدمون فى كثير من الأحيان المزيد، ومن الواضح أن ذاكرة معلومات الألوان لدى البشر أفضل بكثير من المعلومات المقدمة باللونين الأبيض والأسود، ولكن عند تباين الألوان يظل الأبيض والأسود أشد وضوحاً فى تباين المعلومات، كما أن هناك بعض العيوب لاستخدام الألوان هى: أنها تتطلب معدات عرض أكثر تكلفة وأكثر تعقيداً، لا يستوعب الكثير منها الرؤية التى تعانى من قصور فى الألوان، يمكن أن تسبب بعض الألوان إزعاجاً بصرياً وصوراً لاحقة، قد يساهم فى التأثير البصرى أو قد يؤدى إلى إرتباطات سلبية من خلال الإرتباط متعدد التخصصات والثقافات (Thimbleby & Gow, 2004).

أ- مبادئ تصميم الألوان Color Design Principles: يمكن أيضاً تطبيق المبادئ الأساسية الثلاثة على اللون: تنظيم اللون، وإقتصاد اللون، والتواصل اللونى.

فتنظيم اللون يتعلق بإتساق التنظيم، ويجب استخدام اللون لتجميع العناصر ذات الصلة، يجب تطبيق رمز لون متناسق على شاشات العرض والوثائق ومواد التدريب، كما يجب أن تستنتج الألوان المتشابهة تشابهاً بين الكائنات، يحتاج المرء إلى أن يكون كاملاً ومتسقاً عند تجميع الكائنات بنفس اللون، بمجرد إنشاء مخطط ترميز لونى، يجب استخدام نفس الألوان فى جميع أنحاء واجهة المستخدم الرسومية وجميع المنشورات ذات الصلة.

ويقترح المبدأ الثانى للون، وهو إقتصاد اللون، باستخدام خمس ألوان كحد أقصى حيث يجب تذكر المعنى، الفكرة الأساسية هى استخدام الألوان لزيادة معلومات الأبيض والأسود، أى تصميم الشاشة لتعمل أولاً بشكل جيد باللونين الأبيض والأسود، ويقترح التركيز اللونى استخدام تباينات قوية فى القيمة والصفاء لجذب إنتباه المستخدم إلى المعلومات الأكثر أهمية، يمكن أن يحدث الإرتباك إذا تنافس عدد كبير جداً من الشخصيات أو حقول الخلفية على جذب انتباه المشاهد، يجب تصميم التسلسل الهرمى للحالات المميزة والحيادية والمنخفضة الإضاءة لجميع مناطق العرض المرئى بعناية، وذلك لتوفير أقصى قدر من البساطة والوضوح.

ويتعامل الاتصال اللونى مع الوضوح، بما فى ذلك استخدام الألوان المناسبة للمناطق المركزية والطرفية من المجال البصرى، ويجب استخدام مجموعات الألوان المتأثرة على الأقل بالمساحة النسبية لكل لون، كما يجب عدم استخدام اللون الأحمر أو الأخضر فى محيط الرؤية المركزية فى الميدان، ولكن فى الوسط، وإذا تم استخدامه فى المحيط، فالمصمم بحاجة إلى طريقة لجذب إنتباه المشاهد أو تغيير الحجم أو السطوع؛ فعلى سبيل المثال، يجب استخدام الأزرق والأسود والأبيض والأصفر بالقرب من محيط المجال البصرى، حيث تظل شبكية العين حساسة لهذه الألوان.

إذا تغيرت الألوان فى الحجم فى الصور، فيجب مراعاة ما يلى: نظراً لإنخفاض حجم مناطق الألوان، فإن قيمتها كالسطوع والصفاء ستظهر متغيرة، واستخدام ألواناً تختلف من حيث اللون والقيمة، تجنب مجموعات الأحمر/الأخضر والأزرق/الأصفر والأخضر/الأزرق والأحمر/ الأزرق ما لم تكن هناك حاجة إلى تأثير مرئى خاص، يمكنهم إنشاء إهتزازات، وأوهام الظلال، والصور اللاّحقة، أما بالنسبة لحالات العرض المظلمة، يجب استخدام نص فاتح ثم خطوط وأشكال صغيرة على خلفيات متوسطة إلى داكنة فى عروض الشرائح ومحطات العمل ومقاطع الفيديو، بالنسبة لمواقف العرض الخفيف، واستخدم نصاً داكناً وخطوط رفيعة وأشكال صغيرة على خلفية فاتحة.

ب- رمزية اللون Color Symbolism: تكون أهمية اللون هو عملية التواصل، لذلك يجب أن تحترم رموز الألوان الاستخدام الثقافى والمهنى الحالى، وتختلف الدلالات بشكل كبير بين أنواع مختلفة من المستخدمين، وخاصة من ثقافات مختلفة؛ فيجب استخدام دلالات اللون بحذر شديد، وعلى سبيل المثال، صناديق البريد باللون الأزرق فى الولايات المتحدة، والأحمر الفاتح فى إنجلترا والأصفر الفاتح فى اليونان والأخضر فى مصر، إذا كنت تستخدم لوناً فى رمز بريد إلكترونى على الشاشة، فقد تتغير مجموعات الألوان لدول مختلفة لتعكس الاختلافات فى الأسواق الدولية.

فيعد تطوير اتصال مرئى أفضل جزءاً مهماً من صنع رسومات الحاسب الآلى التى تتواصل بشكل فعال ودقيق من خلال التصميم الجرافيكى داخل واجهات المستخدم الرسومية، وتعد الإستعمالية جانباً أساسياً من تصميم واجهات المستخدم الرسومية لأنها تحدد مدى فعالية وكفاءة واجهة المستخدم، ويتجاوز الإطار المقترح لتقييم

الإستعمالية الجوانب السطحية للعرض الرسومى، ولكنه يتعمق أكثر فى فعالية ميزاته الوظيفية، كما تسعى هذه المنهجية إلى تحديد ما إذا كان يمكن للمستخدمين إنجاز مهامهم بسلاسة دون مواجهة أى عقبات أو تحديات تعيق كفاءة الأداء، من خلال دمج مثل هذه الأطُر فى عملية التقييم، ولا يضمن المصممون تحقيق المظهر الجمالى فقط، بل يضمنون أيضاً تجربة مستخدم سلسة من خلال الوظائف المُحسنة، فإنه بمثابة أداة مهمة فى تقييم فعالية واجهة المستخدم الشاملة عن طريق قياس عوامل مثل قابلية التعلم وسهولة الاستخدام والتذكر ومنع الأخطاء والتعافى من بين أمور أخرى؛ فبشكل عام، يهدف هذا النهج إلى إنشاء واجهات سهلة الاستخدام وبسيطة فى حين تكون وظيفية للغاية مع الحد الأدنى من الحواجز بين نوايا المستخدم وأفعاله وبالتالى تحسين مستويات الإنتاجية مع تقليل الإحباط المرتبط بالتصاميم غير الفعالة.

النتائج: Results

- بعد أن تطورت عملية تصميم المنتجات الصناعية التقليدية إلى تصميم منتجات ذكية وتفاعلية، أدت الحاجة إلى تزويد تلك المنتجات بواجهات تفاعلية تسمى واجهات المستخدم الرسومية GUIs، وكان على علوم الإرجونوميكس التطور لوضع المعايير اللآزمة، التى تجعل المستخدم مركزاً لتلك الأنشطة المستحدثة فى عمليات التصميم وتطوير المنتجات.
- يدعم مفهوم الإستعمالية المستخدم بصفة خاصة، كون أن المستخدم مركزاً لعملية التصميم User-Centered Design، وعند تطبيقه على أنشطة التصميم التفاعلى للمنتجات المزودة بواجهات المستخدم الرسومية، يكون المستخدم مركزاً لعملية تصميم واجهات المستخدم الرسومية User-Centered GUIs design.
- تم تقديم إطار عمل مقترح كنموذج إجرائى شامل لتصميم واجهات المستخدم الرسومية GUIs design بطرق أكثر كفاءة وفاعلية، وذلك كدليل إسترشادى أثناء عملية تصميم واجهات تفاعل المنتجات/ الأنظمة/ الخدمات التفاعلية، وكذلك تعزيز مفهوم إستعمالية المنتجات التفاعلية بوجه عام.
- زيادة كفاءة تفاعلات المستخدم مع المنتجات/الأنظمة ذات واجهات المستخدم الرسومية GUIs بنسبة كبيرة عند تطبيق إطار العمل المقترح، ويساعد المصمم فى إختيار أنسب الطرق لإنجاز أنشطة التصميم اللآزمة لتصميم وإنشاء واجهات المستخدم الرسومية.
- مفهوم الإستعمالية يعمل على زيادة كفاءة المنتجات والأنظمة التفاعلية كأحد أنظمة القياس والتحقق، ومن الممكن من الإستفادة منه فى دعم أنشطة تصميم واجهات المستخدم الرسومية GUIs design مفاهيمياً وإجرائياً، وذلك لإتباعه العديد من الطرق الداعمة لإجراءات تصميم واجهات المنتجات التفاعلية.
- إكتساب ممارسى ومتخصصى تصميم واجهات المستخدم الرسومية GUIs designers القدرة على تصميم واجهات تفاعلية تتسم بالكفاءة والفاعلية، وبإتباع إطار العمل المقترح، فإن هذا من شأنه تطوير واجهات تفاعلية معرفية بالقدر الكافى لتعزيز مفهوم الإستعمالية.

الخلاصة: Conclusion

منذ بداية الثورات الصناعية وإختراع الإنسان الآلة، وإنتقال البشرية من القوة العضلية إلى القوة الميكانيكية، ويثق البشر فى الآلات والمعدات فى قطاعات كثيرة من ناحية قوة والسرعة والدقة فى عمليات الإنتاج والتصنيع، وأصبح البشر يعتمدون على الآلة فى جميع أعمالهم منذ حينها وإلى الآن، ومن بعد ذلك قطعت البشرية شوطاً كبيراً من التطورات التكنولوجية المتلاحقة، والتاريخ البشرى حافلاً بالإنجازات الابتكارية فى جميع المجالات، وخاصة مجال تصميم وتطوير المنتجات التى تعمل على تيسير حياة الإنسان، ومع ظهور المنتجات/الأنظمة/الخدمات التفاعلية، وغيرت واجهة المستخدم الرسومية GUI طريقة تواصلنا مع الآلات حتى يومنا هذا، ويعد مفهوم الإستعمالية جانباً أساسياً عندما يتعلق الأمر بتصميم واجهات المستخدم الرسومية، ومع ذلك، فإن عملية التحقق من فعالية تصميم واجهة المستخدم الرسومية وتقييمها يمكن أن تكون معقدة، ولمعالجة هذه المشكلة، تم تطوير إطار عمل مقترح بهدف تقييم ما إذا كان تصميم واجهة مستخدم رسومية معين يلبى الغرض المقصود منه بشكل فعال أم لا، يهدف إطار العمل إلى توفير تحليل متعمق من خلال دراسة جوانب مختلفة مثل سهولة الاستخدام وإمكانية التعلم والكفاءة فى سياقات مختلفة حيث سيتفاعل المستخدمون مع هذه الواجهات، هذا يضمن أن المصممين لديهم إمكانية الوصول إلى جميع المعلومات ذات الصلة المطلوبة لإتخاذ القرار الأمثل، من خلال تنفيذ هذا الإطار فى عمليات التصميم الخاصة بهم، يكون المطورون قادرين على إنتاج المزيد من المنتجات سهلة الاستخدام التى تلبى احتياجات المستخدم النهائى على وجه التحديد ؛ يؤدى فى النهاية إلى تحسين التجارب لأولئك الذين يتفاعلون مع تصميماتهم.

المناقشة: Discussion

تشير واجهة المستخدم الرسومية GUI إلى الطريقة التى يتفاعل بها المستخدمون مع أجهزة الحاسب الآلى والهواتف المحمولة والآلات التفاعلية والأجهزة الحديثة الأخرى، تتميز واجهة المستخدم الرسومية GUI بأيقونات ونوافذ وقوائم وكائنات أخرى على الشاشة تسهل التنقل بين التطبيقات بمجرد نقرة على الماوس أو لمسة إصبع أو اختصار لوحة المفاتيح، أدى انتشار واجهات المستخدم الرسومية GUI إلى جعل التكنولوجيا متاحة حتى للأشخاص ذوى المهارات الحاسوبية المحدودة للغاية، ويمكن أن يكون لواجهة المستخدم الرسومية المصممة جيداً GUI تأثير إيجابى على تجربة المستخدم، كما يتجه المستخدمون بشكل متزايد إلى قنوات الخدمة الذاتية، مثل مواقع الشركة وتطبيقاتها، لحل مشكلاتهم والإجابة على أسئلتهم؛ فيجب أن تكون واجهات المستخدم الرسومية GUI لأساليب الخدمة الذاتية هذه بديهية ومُختبرة جيداً مع المستخدمين النهائيين، ومكان آخر يمكن أن تحدثه واجهة المستخدم الرسومية الجيدة فرقاً هو مركز الإتصال، عندما تحتوى الأدوات التى تواجه البشر على واجهات رسومية جيدة التصميم، يمكن أن تقلل من وقت التدريب وتسهل على المدربين مساعدة المستخدمين، ولا ينبغى التغاضى عن أهمية واجهات المستخدم الرسومية GUI كأداة لتحسين رضاء البشر.

تم إنشاء واجهة المستخدم الرسومية لأن واجهات سطر الأوامر النصية كانت معقدة وصعبة التعلم، وتتيح لك عملية واجهة المستخدم الرسومية النقر أو الإشارة إلى صورة صغيرة، تُعرف باسم رمز أو عنصر واجهة مستخدم، وفتح أمر أو وظيفة على أجهزتك، مثل علامات التبويب والأزرار وأشرطة التمرير والقوائم والرموز والمؤشرات والنوافذ، إنه الآن المعيار للتصميم الذى يركز على المستخدم فى برمجة تطبيقات البرامج؛ فهناك العديد من الفوائد الأخرى لاستخدام واجهة المستخدم الرسومية، وفيما يلى بعض أكثرها شيوعاً:

أ- سهولة الاستخدام: نظراً لأن البيانات ممثلة برموز وأشكال وأيقونات، يمكن للمستخدمين التعرف على الخيارات وتصنيفها والتنقل خلالها بسهولة، نقرة بسيطة هى كل ما يتطلبه الأمر للحصول على وظيفة، نظراً لسهولة استخدامه وفهمه، أصبحت واجهة المستخدم الرسومية الواجهة المفضلة لأجهزة الحاسب الآلى والأجهزة المحمولة.

ب- سهولة التواصل: يتم التعرف على التمثيل المرئى للبيانات بشكل أسرع من النص، يجد غير المبرمجين أنه من السهل استخدام واجهات المستخدم الرسومية لأنها لا تتطلب خبرة بأوامر الحوسبة، لا داعى للقلق بشأن كتابة التعليمات البرمجية أو تصحيحها، نتيجة لذلك، يجد المستخدمون واجهة المستخدم الرسومية سهلة التعلم.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ج- الجاذبية: تحتوى واجهة المستخدم الرسومية على ميزات جذابة بصرياً ولا تشوش برموز سطر الأوامر، يمكن للصور المرئية تصوير المشاعر والتعليقات والمواقف بأسطر طويلة من لغة الحاسب الآلى، من السهل فهم الصور وما شابه وغالباً ما تحمل معنى عالمياً.

د- توفير الإختصارات: تتيح واجهة المستخدم الرسومية للمستخدمين الاستفادة من مفاتيح الاختصار لتقليل التنقل، ويؤدى الجمع بين مفتاحين بدلاً من عدة إجراءات إلى توفير وقت المستخدم وزيادة الإنتاجية، على سبيل المثال، يمكن لزر الحث على إتخاذ إجراء سحب نموذج أو خطاب مملوء مسبقاً أو قائمة بمعلومات الاتصال، يحميك هذا الزر من البحث عن نفس المعلومات.

هـ- السماح بتعدد المهام: يمكن لواجهة المستخدم الرسومية للمستخدمين العمل وعرض برنامجين أو أكثر فى نفس الوقت، على سبيل المثال، يمكنك مشاهدة عرض تقديمى متدفق أثناء البحث فى الإنترنت من مستعرض ويب، يمكنك مشاهدة مقطع فيديو أثناء كتابة مراجعة للعرض التقديمى باستخدام محرك بحث فى علامة تبويب أخرى.

المراجع: References

1- Adhitya, C., Andreswari, R., & Alam, P. F. (2021, February 1). Analysis and Design of UI and UX Web-Based Application in Maiproyek Startup Using User Centered Design Method in Information System Program of Telkom University. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1077(1), 012039. https://doi.org/10.1088/1757-899x/1077/1/012039

2- Ahmed, ElSamany AbdElmoteleb, Dawood, Mina Eshaq Tawfilis, & Ebrahim, Omar Mohamed Ahmed. (2022). Ergonomics For Upgrading User Experience and Improve Usability. Alqulzum Scientific Journal, 13. Article 5. 93-110.

3- Ahmed, S. (2008, March). A comparison of usability techniques for evaluating information retrieval system interfaces. Performance Measurement and Metrics, 9, 48–58. doi:10.1108/14678040810869422

4- Amer, Ayman Mouhamed Afifi, & Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2020). Robot Ergonomics: A cognitive scenario of the new Behavioral Objects. International Design Journal, 10 (3). Article 26. 319-331. DOI: 10.21608/idj.2020.96353.

5- Arimetrics. (2021, November 16). Graphical User Interface (GUI) - Definition and Examples. Arimetrics. Retrieved January 8, 2023, from https://www.arimetrics.com/en/digital-glossary/graphical-user-interface-gui.

6- Avramidis, E. (2017, October 1). QE::GUI – A Graphical User Interface for Quality Estimation. The Prague Bulletin of Mathematical Linguistics, 109(1), 51–60. https://doi.org/10.1515/pralin-2017-0038

7- Baharuddin, R., Singh, D., & & Razali, R. (2013, February). Usability Dimensions for Mobile Applications-A Review. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology \textasciigrave, 11, 2225-2231. doi:10.19026/rjaset.5.4776

8- Baharuddin, R., Singh, D., & Razali, R. (2013, February 21). Usability Dimensions for Mobile Applications-A Review. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology `, 11, 2225-2231. doi:10.19026/rjaset.5.4776

9- Beck, A., Janssen, C., Weisbecker, A., & Ziegler, J. (1994). Integrating object-oriented analysis and graphical user interface design. In Software Engineering and Human-Computer Interaction (pp. 127-140). Sorrento, Italy; Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/bfb0035811

10- Benyon, D., Green, T., & Bental, D. (2011). Conceptual Modeling for User Interface Development. Conceptual Modeling for User Interface Development, 53-60. Springer London. doi:10.1007/978-1-4471-0797-2

11- Brandl, A. (2002). Graphical User Interfaces design. 167-178. doi:10.1007/978-94-010-0421-3_15

12- Cabral, R., Campos, I., Cowan, D., & Lucena, C. (1990, April). Interfaces as specifications in the MIDAS user interface development systems. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 15, 55-69. doi:10.1145/382296.382704

13- Carlsen, N., & Christensen, N. (1990). Modelling User Interface Software. In User Interface Management and Design (pp. 87-100). Lisbon, Portugal; Berlin, Heidelberg; Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-76283-3_10

14- Carroll, J., & Mentis, H. (2008). THE USEFUL INTERFACE EXPERIENCE: THE ROLE AND TRANSFORMATION OF USABILITY. In Product Experience (pp. 499-514). Elsevier. doi:10.1016/b978-008045089-6.50024-1

15- Constantine, L., & Lockwood, L. (1995). Use cases in task modeling and user interface design. In CHI '99 extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI '99 (Vol. 2, pp. 34–46). ACM Press. doi:10.1145/632716.632935

16- Constantine, L., & Lockwood, L. (2001). Use cases in task modeling and user interface design. In CHI '99 extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI '99 (pp. 245–280). ACM Press. doi:10.1145/632716.632935

17- Darmawan, R. (2013, November). Pengalaman, Usability, dan Antarmuka Grafis:

management system. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '88 (pp. 67–72). ACM Press. doi:10.1145/57167.57178

29- Garmer, K., Liljegren, E., Osvalder, A.-L., & Dahlman, S. (2000, July). Usability Evaluation of a New User Interface for an Infusion Pump Developed with a Human Factors Approach. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 44, 128-131. doi:10.1177/154193120004400134

30- Griffiths, T., Barclay, P., Paton, N., Mckirdy, J., Kennedy, J., Gray, P., . . . Da Silva, P. (2001, December). Teallach: a model-based user interface development environment for object databases. Interacting with Computers, 14, 31-68. doi:10.1016/s0953-5438(01)00042-x

31- Guerrero, C., & Lula, B. (2002, May). A Model-Guided and Task-Based Approach to User Interface Design Centered in a Unified Interaction and Architectural Model. In Computer-Aided Design of User Interfaces III (pp. 119-129). Valenciennes, France; Netherlands: Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-010-0421-3_11

32- Han, S., Yun, M., Kwahk, J., & Hong, S. (2001, September). Usability of consumer electronic products. International Journal of Industrial Ergonomics, 28, 143-151. doi:10.1016/s0169-8141(01)00025-7

33- Hasan, H. S., Hussein, M., Saad, S. M., & Dzahir, M. A. M. (2019, April). Graphical User Interface (GUI) for Local Positioning System Based on Labview. International Journal of Machine Learning and Computing, 9(2), 236–241. https://doi.org/10.18178/ijmlc.2019.9.2.792

34- Herrmann, M., & Hill, R. (1989, August). Abstraction and Declarativness in User Interface Development. The Methological Basis of the Composite Object Architecture. In IFIP Congress (pp. 253–258). Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-76283-3_24

35- Hope. (2021). What is a GUI (Graphical User Interface)? What Is a GUI (Graphical User Interface)? Retrieved January 8, 2023, from https://www.computerhope.com/jargon/g/gui.htm.

36- Hucke, W. L. (1998, June 1). Performance Enhancements to Joint Army/Navy Rotorcraft Analysis and Design (JANRAD) Software and Graphical User Interface (GUI). NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL MONTEREY CA. https://doi.org/10.1604/9781423559412

37- Hurley, W., & Sibert, J. (1989, January). Sebuah Penelusuran Teoritis. ITB Journal of Visual Art and Design, 4, 95-102. doi:10.5614/itbj.vad.2013.4.2.1

18- Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2017). 4D Ergonomics Modeling in the Interaction Design field. Unpublished Master Thesis. Arab Republic of Egypt: Faculty of Applied Arts, Helwan University.

19- Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2021a). The Impact of Interaction Design in Innovating a Scenario of Robot Ergonomics. Unpublished Ph.D. Thesis. Arab Republic of Egypt: Faculty of Applied Arts, Damietta University.

20- Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2021b). Robot Ergonomics: Giving the Behavioral Objects a dynamic presence. International Design Journal, 11(5). Article 23. 293-304. DOI: 10.21608/idj.2021.191705.

21- Defriani, M., Islami, L. N., & Hermanto, T. I. (2022, July 27). UI/UX Design of Ineffable Psychological Counseling Mobile Application Using Design Thinking Method. SinkrOn, 7(3), 962–973. https://doi.org/10.33395/sinkron.v7i3.11582

22- Elfar, M., & Dawood, M. (2023, June). Using Artiicial Intelligence for Enhancing Human Creativity. Using Artiicial Intelligence for Enhancing Human Creativity, 2. Helwan University. doi:10.55554/2785-9649.1017

23- Elgazzar, Mahmoud Ahmed Gouda, & Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2023). Usability: Improving UI/UX in Design by challenges of Materials Innovations. International Design Journal, 13(1). Article 3. 37-56. DOI: 10.21608/IDJ.2023.276010

24- Experience, N. (2022, December 22). What Is a Graphical User Interface? Netizen Experience. Retrieved January 5, 2023, from https://www.netizenexperience.com/blog/graphical-user-interface/.

25- Foley, J. (1987, April). Transformations on a formal specification of user-computer interfaces. ACM SIGGRAPH Computer Graphics, 21, 109-113. doi:10.1145/24919.24926

26- Foley, J. (1988). Models and Tools for the Designers of User-Computer Interfaces. In Theoretical Foundations of Computer Graphics and CAD (pp. 1121-1151). Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-83539-1_49

27- Foley, J., Chul, W., Kovacevic, S., & Murray, K. (1988, July). The User Interface Design Environment. ACM SIGCHI Bulletin, 20, 77-78. doi:10.1145/49103.1046452

28- Foley, J., Gibbs, C., & Kovacevic, S. (1988, May). A knowledge-based user interface

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

https://study.com/academy/lesson/what-is-a-graphical-user-interface-gui-definition-components-examples.html.

48- Molina, P., & Trætteberg, H. (2004). Analysis and Design of Model-Based User Interfaces. In Computer-Aided Design of User Interfaces IV (pp. 211-222). Funchal, Isle of Madeira; Netherlands: Springer-Verlag. doi:10.1007/1-4020-3304-4_17

49- Murano, P. (2005). WHY ANTHROPOMORPHIC USER INTERFACE FEEDBACK CAN BE EFFECTIVE AND PREFERRED BY USERS. In Enterprise Information Systems VII (pp. 241-248). Springer Netherlands. doi:10.1007/978-1-4020-5347-4_27

50- Nada, O., & Dawood, M. (2023, May). Designing an adjustable electricity extension plug board to enhance the concept of Usability. Journal of Heritage and Design, 3, 1–23. doi:10.21608/jsos.2022.131531.1195

51- Nada, Osama Ali ElSayed, & Dawood, Mina Eshaq Tawfilis. (2022). Digital Twin: Methodologies for modeling the Work Environment during the Design and Development processes. International Design Journal, 12(5). Article 22. 225-242. DOI: 10.21608/IDJ.2022.260602.

52- Nasution, W. S. L., & Nusa, P. (2021, August 29). UI/UX Design Web-Based Learning Application Using Design Thinking Method. ARRUS Journal of Engineering and Technology, 1(1), 18–27. https://doi.org/10.35877/jetech532

53- Norman, K., & Panizzi, E. (2006, March). Levels of automation and user participation in usability testing. Interacting with Computers, 18, 246-264. doi:10.1016/j.intcom.2005.06.002

54- Phillips, C., Mehandjiska, D., Griffin, D., Choi, M. D., & Page, D. (1998). The usability component of a framework for the evaluation of OO CASE tools. Proceedings. 1998 International Conference Software Engineering: Education and Practice (Cat. No.98EX220). 98, pp. 134–141. IEEE Comput. Soc. doi:10.1109/seep.1998.707643

55- Quigley, A. J., & Bodea, F. (2010). Face-to-face collaborative interfaces. Human-Centric Interfaces for Ambient Intelligence, 3–32. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-374708-2.00001-2

56- Rifki, M. A., & Haryono, K. (2023, January 31). User Interface (UI) Design and User Experience (UX) for Mobile-based Quranic Memorizing using the Lean UX. SISTEMASI, 12(1), 139. https://doi.org/10.32520/stmsi.v12i1.2392

Modeling user interface-application interactions. IEEE Software, 6, 71–77. doi:10.1109/52.16904

38- Hussey, A. (1997, July 18). Object-oriented Specification and Design of User-interfaces. In Human-Computer Interaction INTERACT ’97 (pp. 632-635). Sydney, Australia; US: Springer US. doi:10.1007/978-0-387-35175-9_111

39- Jacob, R. (1983, April). Using formal specifications in the design of a human-computer interface. Communications of the ACM, 26, 259-264. doi:10.1145/2163.358093

40- Joo, H. S. (2017, December 31). A Study on the development of experts according to UI / UX understanding. KOREA SCIENCE & ART FORUM, 31, 401–411. https://doi.org/10.17548/ksaf.2017.12.30.401

41- Joo, K. M., & Kim, H. (2017, June 30). A Study on Mobile Application UI/UX Design of Color Conversion for the Color Vision Defectives. JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY DESIGN CULTURE, 23(2), 669–682. https://doi.org/10.18208/ksdc.2017.23.2.669

42- Lapacik, C. F. (1998, March 1). Development of Graphical User Interface (GUI) for Joint Army/Navy Rotorcraft Analysis and Design (JANRAD) Software. NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL MONTEREY CA. https://doi.org/10.1604/9781423561293

43- Lecerof, A., & & Paternò, F. (1998). Automatic support for usability evaluation. IEEE Transactions on Software Engineering, 24, 863-888. doi:10.1109/32.729686

44- Lee, E., Hall, F., Bowers, A., Yang, S., Bass, L., Lemke, A., & Shan, Y. (1990, May). User-interface development tools. IEEE software, 7, 31–36. doi:10.1109/52.55225

45- Leuthold, S., Bargas-Avila, J., & Opwis, K. (2008, April). Beyond web content accessibility guidelines: Design of enhanced text user interfaces for blind internet users. International Journal of Human-Computer Studies, 66, 257-270. doi:10.1016/j.ijhcs.2007.10.006

46- Ljung, L. (1994, July). A Graphical User Interface (GUI) to the System Identification Toolbox. IFAC Proceedings Volumes, 27(8), 1625. https://doi.org/10.1016/s1474-6670(17)47951-1

47- Meinecke. (2020). https://study.com/academy/lesson/what-is-a-graphical-user-interface-gui-definition-components-examples.html. What Is a Graphical User Interface (GUI)? - Definition, Components & Examples. Retrieved January 8, 2023, from

57- Roth, R. (2017, April 1). User Interface and User Experience (UI/UX) Design. Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge, 2017(Q2). https://doi.org/10.22224/gistbok/2017.2.5

58- Rouff, C., & Horowitz, E. (1991, August). Extension of the Euler Lagrange equations to a wider class of nonlinear problems. In A system for specifying and rapidly prototyping user interfaces. Taking Software Design Seriously (Vol. 178, pp. 257–272). Elsevier BV. doi:10.1016/s0045-7825(99)00019-5

59- Schlungbaum, E. (1996). Individual user interfaces and model-based user interface software tools. Proceedings of the 2nd international conference on Intelligent user interfaces - IUI '97. Visualization & Usability Center, Georgia Institute of Technology: ACM Press. doi:10.1145/238218.238330

60- Shankar, A., Louis, S., Dascalu, S., Hayes, L., & Houmanfar, R. (2007, January 28). User-context for adaptive user interfaces. Proceedings of the 12th international conference on Intelligent user interfaces (pp. 321–324). ACM. doi:10.1145/1216295.1216357

61- Thimbleby, H., & Gow, J. (2004, January 13). Computer algebra in interface design research. Proceedings of the 9th international conference on Intelligent user interfaces (pp. 366–367). ACM. doi:10.1145/964442.964537

62- Tiller. (2021). What is Graphical User Interface (GUI) | Tiller Digital. Graphical User Interface (GUI). Retrieved January 8, 2023, from https://tillerdigital.com/glossary/graphical-user-interface-gui/.

63- Vanderdonckt, J. (2005, June 13). A MDA-Compliant Environment for Developing User Interfaces of Information Systems. In Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design (Vol. 17, pp. 16-31). Porto, Portugal; Berlin Heidelberg: Springer International Publishing. doi:10.1007/11431855_2

64- Virzi, R. (1992, August). Refining the Test Phase of Usability Evaluation: How Many Subjects Is Enough? Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 34, 457-468. doi:10.1177/001872089203400407

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License