توظيف تكنولوجيا الاستنساخ البصري اللمسي في الواقع التعليمي المعزز

Employment of Haptic- Optical Clone Technology in Educational Augmented Reality

أ.د/ خالد محمد فرجون

أستاذ ورئيس قسم تكنولوجيا التعليم بجامعة حلوان

وكيل كلية التربية لشئون التعليم وقائم بالعمادة (سابقا)

ورقة عمل مقدمة للمؤتمر الدولي الحادي عشر للتعلم الالكتروني وتكنولوجيا التعليم "نحو مجتمع تعلمي ذكي" المزمع عقده يومي الثلاثاء/الاربعاء 5-6 ديسمبر 2017 بفندق جراند نايل تاور

مقدمة:

إن ما نسعى اليه في مجال تكنولوجيا التعليم هو جعل التعليم ممتع ومشوق، ولا يمكن ان يتحقق ذلك دون إعادة تجهيز البيئة التعليمية وإثراءها بأنماط متنوعة من المثيرات، وهذا لا يحدث إلا من خلال تنوع الحواس المستخدمة لتعزيز وإثراء الاتصال الإنساني بالبيئة التعليمية، رغبة في توظيفه في مناحي الحياة.

وهنا تجدر الإشارة بأن حاجاتنا لهذا النهج يرجع لتدني مستوى التعليم وإحجام الطلاب عن الطرق التقليدية من جهة، وابتعاد الباحثين عن توظيف التكنولوجيات الجديدة واقتصارهم على سابقتها دون وعي.

إن الدعوة لمعرفة الجديد والسعي لنشره بين العاملين في مجال تكنولوجيا التعليم– وخاصة شباب الباحثين– يجعل هناك ما يسمى بالزهو المعرفي Cognitive Arrogance لمعرفة كل ما هو قادم حتى لا يواجه بالرفض لمجرد انهم لا يعلموا عنه شيء.

من هذا المنطلق تمثل "تكنولوجيا الاستنساخ البصري اللمسي Haptic-Optical Clone Technology ثورة حقيقية جديدة في توظيف المستحدثات في العملية التعليمية، وبالتحديد في تطوير بيئات الواقع التعليمي المعزز، بل واعتقد انها ستصبح معياراً أساسيا لجودة تصميم البيئات التعليمية في الآونة القريبة بما فيها من واجهات المستخدم مرورا بالمحتوى الداخلي لهذا البيئات وما يحمله من مصادر معززة للتعلم.

ونظرا لان الواقع المعزز قد مر بتعريفات كثيرة اغلبها قلل من سعته الفنية، إلا أن الباحث يعتقد أن الواقع المعزز باعتباره أحد أهم التكنولوجيات القائمة على إسقاط الأجسام الافتراضية والمعلومات في بيئة

المستخدم الحقيقية يجب أن تتوفر فيه معلومات إثراءيه تفاعلية مرئية ومسموعة وملموسة تعتمد على النظم الذكية، بحيث يستطيع المستخدم التعامل معها من خلال أجهزة معدة لذلك.

لذا فإن هذه الورقة تسعى لإظهار الواقع المدمج عندما يعزز بالفعل من خلال هذه التكنولوجيا الجديدة، التي تتكامل عناصرها لتكوين بيئة واقعية مدمجة شبه حقيقية معززة، فتجلب التشويق والمتعة للمتعلم وتحقق اهداف التعلم المرجوة بيسر وإتقان.

الـواقـع المـعـزز:

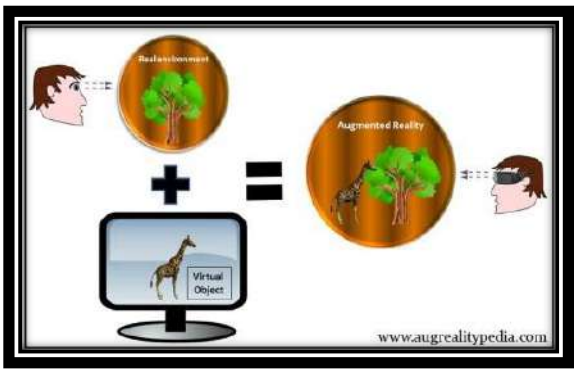
يرجع الفضل عام ١٩٩٠ لتحديد مصطلح الواقع المعزز augmented Reality للباحث "توماس كوديل Thomas " Caudell في شركة بوينج Boeing ، ومع ذلك فتعود التطبيقات الأولى لهذا المصطلح إلى أواخر سنوات ١٩٦٠ و ١٩٧٠، حيث قام "مورتون هيليغ"، المصور السينمائي عام ١٩٦٢ بتصميم جهاز محاكاة لدراجة نارية بالصوت والصورة وحتى الرائحة، أطلق عليه اسم Sensorama ، وفي عام ١٩٦٦ طورت "إيفان سذرلاند Ivan Sutherland " أول جهاز عرض ثلاثي الأبعاد على شكل خوذة الرأس، كما شهد عام ١٩٧٥ ابتكار "مايرون كروجر " Myron Krueger جهاز Videoplace، والذي أتاح للمستخدمين التفاعل مع الأشياء الافتراضية.

ومع ذلك فقد بدأ الواقع المعزز في الظهور عندما أدمج مع الأجهزة النقالة عام ٢٠٠٨ حيث استخدم في مجالات التواصل الاجتماعي، وسرعان ما انتشر في حدود سعة الشاشة ثنائية الابعاد في مجال الطب والمجال العسكري، وأخيرا في مجال التعليم، ولكن دون مراعاة لأي من المعايير التربوية المعروفة في المجال.

وتعتمد فكرة الواقع المعزز على ربط معالم من الواقع الحقيقي بالعنصر الافتراضي المناسب لها والمخزن مسبقا في ذاكرته، أي انها تكنولوجيا تفاعلية متزامنة تدمج فيها خصائص العالم الحقيقي مع العالم الافتراضي بشكل ثنائي أو ثلاثي الأبعاد، كما تعتمد أغلب البرامج داخل أنظمة الواقع المعزز حتى وقت قريب على استخدام كاميرا الهاتف المحمول أو الكمبيوتر اللوحي لرؤية الواقع الحقيقي، ثم تحليله تبعاً لما هو مطلوب من البرنامج والعمل على دمج العناصر الافتراضية به.

ومع ذلك فيعتقد الباحث أن استخدام الواقع المعزز بمفهومه الحقيقي يجب أن يزود المستخدم بعروض وتفاعلات تسمح له بالتجريب داخل الفضاء المجسم تماما كما لو كان في البيئة الحقيقية، مما يجعل تكنولوجيا الواقع المعزز أبعد في سعتها من أن تكون في حدود ما تطرحه الدراسات والبحوث السابقة في المجال.

لذا فقد اصبح مصطلح الواقع المعزز في مجالات التعليم مشكلة تستحق الدراسة، بعد التنازلات المستمرة في سعته، وبعد التقليل لما يحمله بداخله من أدوات اتصال نصية وغير نصية ، متزامنة وغير متزامنة، فهو لم يعد نموذج مولد بالكمبيوتر ليتفاعل معه المشاركين بأدوات الادخال كالماوس، ولم يعد خلط مع الواقع في حدود شاشة ثنائية الابعاد كما جاء في تعريفات سابقة، ولم يعد نقل للصوت الواقعي أحادي الاتجاه Mono او ربما ثنائي Stero كما تزعم بعض الدراسات في جانبها التجريبي، ولم يعد مجرد قراءة بالموبايل لاستخدام علامات (Markers) ولكنه قفز عبر الرؤية المجسمة ، وكذلك خلال البيئة الممتلئة بالصوت المحيطي Surround Sound ، خاصة أن التفاعل بين المستخدم والواقع المعزز يجب أن يوجه أكبر عدد من الحواس ووفق تعزيز حقيقي، وأن يستند على النظم الخبيرة والذكاء الاصطناعي، لان الشعور بالواقع أو الاحساس بالوجود داخل البيئة او الانغماس فيها رغم أنه غير حقيقي، ينبغي أن يحقق الإحساس بالواقعية بل ويعززه فيزيد من قيمته، ومع ذلك فعلينا ان تستعرض ما وفرته بعض الشركات من تطبيقات يمكن للمستخدم تقديمها من خلال تحميل إحدى هذه التطبيقات على جهاز المحمول او غيره للتعرف على محتوى الوسائط المتعددة المرتبطة بعناصر الصورة ومن هذه التطبيقات، تطبيق Layer, Quiver, Augment, google tradition& Ourasma، قبل ان تظهر في الأسواق توظيف تكنولوجيا النسخ البصري اللمسي.



شكل (١) امثلة لتطبيقات الواقع المعزز عبر الشاشة ثنائية الابعاد على نظام اندرويد

ومع ذلك ورغم توافر هذه التطبيقات المتاحة لإنتاج مرئيات ثلاثية الابعاد في نطاق شاشة ثنائية الابعاد ، إلا ان هذا اذا اتفق مع تعزيز الموضوعات ثنائية الابعاد لا يتفق مع تعزيز الموضوعات ثلاثية الابعاد، خاصة أن الواقع الافتراضي المعزز ينبغي أن يعني الإحساس "بالحضور والتفاعل" لما توفره هذه البيئة المعززة بأنشطة تعاونية للمتعلمين مختلفي الأنماط للعمل بإيجابية، مستخدمين انفسهم أحياناً كممثلين افتراضين وربما غيرهم ضمن بيئة تشاركيه مدعمه بأداة للإحساس بهذا التفاعل، حيث نقدم حياه تشاركيه مع بشـــر افتراضين Virtual Humans من أجل العمل التعاوني (خالد فرجون،٢٠١٧، ٢٥٦)، وهذا يدعم ضرورة وجود انماط تفاعلية اخري غير الصوت الصورة والحركة، بحيث تتكامل بيئات التعلم الافتراضية المجسمة كنظام متكامل بين العوالم الافتراضي والواقعية لتحقق الواقع المعزز، مما يجعل المتعلم يشعر أنه داخل عالم حقيقي وذلك لأنها توحي بتجسيد المتعلم وربما المعلم في صورة شخص افتراضي يتجول داخل هذه البيئة المتضمنة كائنات واقعيه وافتراضية مجسمة فتعطي له الحرية للتنقل والإبحار والوجود والتفاعل، فتضمن جميع أنواع الاتصالات التزامنية وغير التزامنية وتوفر محتوي وأنشطة تعليمية وفق طبيعتها الحقيقية حيث يتم تقديم المحتوي والأنشطة من خلال نظام خبير اصطناعي متكامل.

هذا التكامل يعني ألا يقف حـد الواقع التعليمي المعزز عند ذلك ، بل يجب أن يمتد بمحاكاة حواس أخرى للتكامل مع حاستي البصر والسمع ، وقد علل المتخصصون من خلال دراسة أجراها علماء في جامعة زيورخ السويسرية حول ما وصفوه بمزايا استخدام حاسة اللمس في هذا المجال وقد ظهر ذلك بوضوح في استخدام هذه الحاسة في الهواتف الذكية ، حيث اشارت دراسة نشرتها مجلة "التايم" الأمريكية: أن استخدام الهواتف الذكية يساعد على تحسُّن حاسة اللمس، وزيادة قوة العقل الخاص بمستخدميه، كما سجل العلماء القائمون على الدراسة، استجابة المخ للضغطات الميكانيكية التي تقوم بها الأصابع، عند قيام المستخدمين بلمس شاشات هواتفهم الذكية، مقارنة بالأشخاص الذين لا يزالون يستخدمون هواتفهم القديمة التي لا تعمل باللمس.

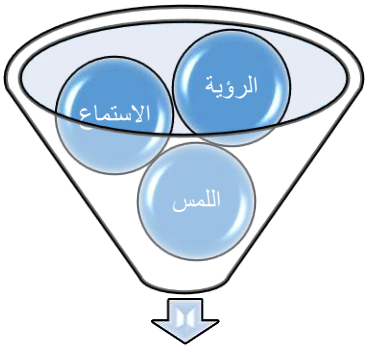
شكل (٢) المعلم الافتراضي داخل البيئة المعززة

وكذلك نشر موقع "إنجادجيت Engadget "، أن الباحثون وجدوا أن النشاط الكهربائي في أدمغة مستخدمي الهواتف الذكية يزداد كلما لمست أصابعهم الشاشات بعلاقة طردية، خاصة عند حرص المستخدم على لمس هاتفه الذكي عن طريق إصبع الإبهام، دون باقي الأصابع الأخرى، وأن الحركات المتكررة يومياً على سطح شاشات الهواتف الذكية، تحسّن من حاسة اللمس، وتزيد فاعلية المعالجة الحسية لقشرة المخ، مما يحتم علينا في السطور القادمة القاء الضوء على حاسة اللمس بشيء من التفصيل(Haptoclone, 2017).

شكل (٣) الهواتف الذكية وتوفير تكنولوجيا التلامس للأجسام ثلاثية الابعاد

حاسة اللمس والواقع المعزز:

اللمس يعني كل شيء من قبيل تمييز المادة المشكلة للجسم وكذلك ملمس النسيج الخارجي بالإضافة إلى تحسس الشكل والحجم والوزن، بالإضافة إلى ذلك درجة الحرارة وغيرها من الأمور التي تهيئ للمتعلم الاحساء بالواقع مما يجعله يتوغل في هذا الواقع كما لو كان في الواقع الحقيقي لحد يصل بعدم تقيده بالعالم الحقيقي فيدمج مع الواقع الحقيقي فيّكون ما يسمى بالواقع المعزز المثالي.



شكل (٤) الحواس المسببة للواقع المعزز المثالي

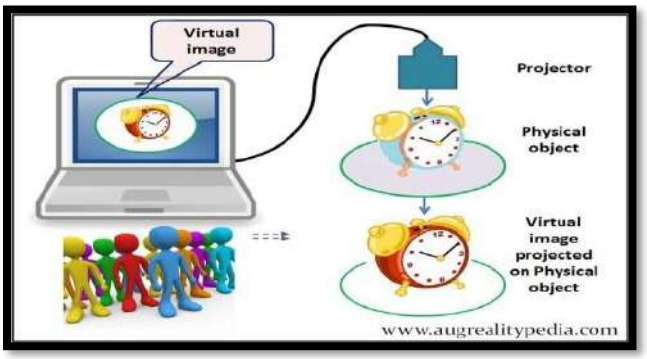
تعود كلمة اللمس (haptic) بالأصل إلى الكلمة اليونانية (haptesthia) ، وقد أجرى العلماء العديد من البحوث لتكوين رؤية واضحة جداً عن كيفية الشعور باللمس ولكن عملية نقل هذه التكنولوجيا إلى الواقع الافتراضي لتعززه فيصبح مثالي، ومع ذلك ما زالت عملية صعبة، بل وما زال العاملون في مجال تكنولوجيا المعلومات وتوظيفها في التعلم يسعون الى توظيف هذه الامكانية بحيث تقترن من الإحساس بالرؤية والسمع حتى تجعل الإحساس بملمس الأجسام الافتراضية أمر يمكنه الحدوث.

ولذا فإن تحقيق مثالية هذا الواقع المعزز لا يمكن ان يقف عند حدود الجانب المرئي فقط حتى لو جاء ثلاثي الابعاد أي مجسم وحتى لو حمل معه الصوت المحيطي، لكن هناك حواس اخرى ربما أهمها هي حاسة اللمس التي تعد المكمل الأساسي لتحقيق الواقع المعزز المثالي.

ولذا فإن حاسة اللمس رغم وجودها في المستويات الدنيا بالمقارنة بالسمع والبصر، إلا انها تشارك بوضوح في المستويات العليا على اعتبار انها صفة ضرورية متوفرة لدى أطراف الانسان لتمييز السمات الخاصة بأجسام الأشياء المجسمة والتعرف على خصائصها، إذ عند لمس الاطراف لجسم معين يقوم الجلد بوظيفته كحلقة للوصل بين الجسم الغريب والاعصاب الموجود تحته، وهذه الاعصاب تقوم بنقل الصفة المحسوسة للجسم الملموس للدماغ الذي بدوره يقوم بتحليلها وتفسيرها ومن ثم نميز بين ملمس الأشياء (Christina & Robert, 2009).

أنماط الواقع المعزز:

في ظل سعة استخدام الواقع المعزز هناك عدة انماط لعمله، إذ يعتمد النمط الأول على الاسقاط Projection وهو النوع السائد، إذ يعتمد على استخدام الصور الضوئية واسقاطها على الواقع الحقيقي بهدف زيادة تفاصيل المشهد من خلال جهاز الاسقاط.

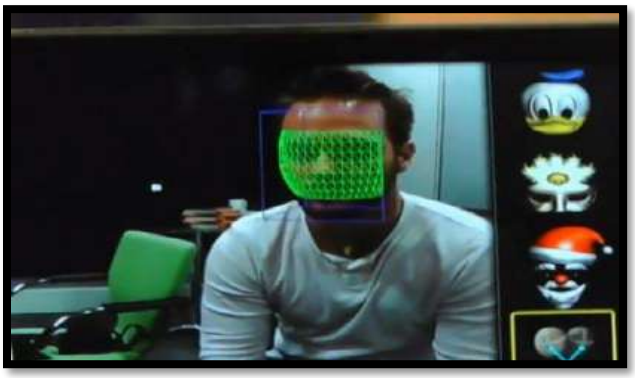


شكل (٥) طريقة الاسقاط المستخدمة في الواقع المعزز

بينما يأتي النمط الثانية في استخدام علامات (Markers) إذ تستطيع الكاميرا التقاطها وتمييزها لعرض المعلومات المرتبطة بها.

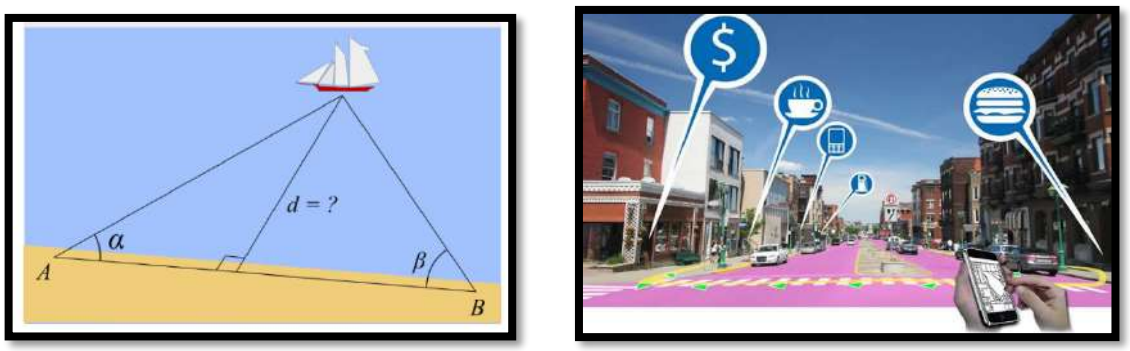
شكل (٦) استخدام العلامات Markers

في حين يأتي النمط الثالث في التعرف على الاشكال Recognition حيث يعتمد هذا النوع على أساس التعرف على الشكل من خلال زواياه وحدوده وانحناءاته مثال ذلك تحديد معالم الوجه وذلك من اجل زيادة تفاصيل هذا الوجه بحيث يمكن استرجاع هذه التفاصيل ودراستها فيما بعد.



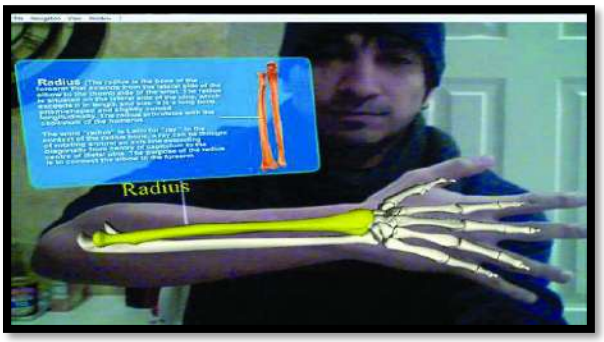
شكل (٧) التعرف على الاشكال Recognition

في حين يأتي النمط الرابع من خلال تحديد الموقع Location من خلال تقنية GPS وكذلك تكنولوجيا Triangulation المسئولة عن توجيه السفن .



شكل (٨) تحديد الموقع من خلال GPS او تكنولوجيا Triangulation

كما ان هناك نمط خامس يعتمد على طريقة المخطط Outline وهي طريقة لدمج الواقع الحقيقي بالواقع الافتراضي حيث يمكن دمج الخطوط العريضة من جسم الشخص او جزء منه مع جسم اخر افتراضي وهذا النوع يتطلب تطور مع وجود تكنولوجيا Haptic-Optical Clone Technology .



شكل (٩) نمط المخطط Outline لدمج الواقع الحقيقي بالافتراضي

وحتى يمكن تحديد أهمية استخدام خاصية اللمس وبالتحديد تكنولوجيا الاستنساخ البصري اللمسي Haptic-Optical Clone Technology فقد ارتبطت هذه الانماط بمستويات الواقع المعزز Augmented Reality Technology Levels ما بين المستوى (٠) الذي يقتصر على ربط العالم الحقيقي بالافتراضي، وغالبا ما يكون ثنائي الابعاد، بحيث يتم تسجيلها في قاعدة بيانات خاصة يمكن الرجوع اليها، في حين يأتي المستوى (١) وهو المعتمد على نظام العلامات، حيث يتم العرض المباشر للرسومات على سطح هذه العلامة وقد تكون ابيض واسود وقد تكون ملونة.

في حين هناك المستوى الثالث والذي يستبعد العلامات ويعتمد على الصور وغيرها عبر أجهزة تحديد المواقع GPS ، ويعتمد هذا المستوى على تقنية تصنع بمقاييس ميكروسكوبية ليدمجوا عدسة مرنة وامنة الالتصاق – من الناحية البيولوجية – مع دائرة واضواء الكترونية، مما تخلق امام المشاهد عالم مجسم، ويعد هذا المستوى هو المدخل الحقيقي لدمج العالم الحقيقي بالعالم الافتراضي المجسم القابل للمس.

وبناء على ما سبق فإن حاسة اللمس هي تلك الحاسة الضرورية والمكملة لحاستي البصر والسمع في التعرف على الواقع المحيط بالكائن الحي والتي تحدث من خلال طبقة الجلد التي تكسو الجسم ودورها اكتمال الإحساس بالواقع بنسبة كبيرة للغاية ولذا يتم من خلالها الإحساس بلمس الأشياء فتعطي للمتلقي كم من المعلومات وتهيء له الإحساس بطبيعة البيئة المحيطة بالجسم واطاره الخارجي وذلك من خلال ملامسة أي شيء والإحساس به، وتعتبر حاسة اللمس اهم ما يساعد الانسان على ادراء طبيعة الاجسام أي انها حاسة عامة لأن أعضائها توجد في جميع أجزاء الجسم ، ومن من ثم أساسية في التعرف على أنواع المثيرات المختلفة ولذا فهي تمييز بخمسة أنواع مختلفة ويعتقد أن كل نوع منها حساس لأحد أنواع الإثارة فقط وهي:

١- **اللمس:**

له نوعان من أعضاء الاستقبال وهما معنيان بالإحساس باللمس وهما بصيلة "مايسنر" اللماسة وقرص "مركلو"، وكلاهما موجود بالقرب من الجلد وبالتحديد تحت طبقة الإنبات الموجودة في بشرة الجلد مباشرة.

٢- **البرودة:**

يتم الإحساس بالبرودة من خلال أعضاء استقبال البرودة التي تسمى انتفاخ "كراوس" الطرفي وهي أعضاء كروية أو قريبة من الشكل الكروي ويوجد الكثير منها على الشفتين واللسان.

٣- **الحرارة:**

ويتم الإحساس بالحرارة من خلال الأعضاء المسؤولة عن استقبال الاستثارة الحرارية ويعتقد أنها تكوينات "ستروكترز" Structures وهي تقع هذه التكوينات عميقة في الجلد.

٤- **الضغط:**

تتولى هذه المسئولة بصيلة "باكسيني Pacinian Corpuscle " وتوجد مستقبلات للضغط أصغر بكثير وتسمى بصيلات "جولجي مازوني" وهي موجودة أقرب إلى سطح الجلد.

٥- **الألـم:**

ينتج الإحساس بالألم عن طريق إثارة الألياف العصبية العارية المنتشرة في الأنسجة وينبع الإحساس بالألم الجلدي نتيجة لبعض أنواع الإصابة السطحية (Christina & Robert, 2009)

الإدراك اللمسي

إن ما يفرق اللمس عن الادراك اللمسي أن اللمس عملية نزوعيه أي قد يؤديها الشخص دون قصد بينما الإدراك اللمسي هو عملية معرفية، إذ يقترن بقدرته في الحصول على المعلومات حول الاشياء مع خلال اليدين والتعرف على الاشياء من خلال الامساك التعامل معها وهو إما أن يكون احتوائياً أو تكوينياً ويسمى في هذه الحالة اللمس الاحتوائي أو التكويني Synthetic touch والذي يعنى احتواء الأشياء الصغيرة بيد واحدة أو بكلتا اليدين واستكشافها ومعرفة طبيعتها بشكل عام أو أن يكون تحليليا جزئيا ويسمى في هذه الحالة باللمس الجزئي أو التحليلي Analytic touch ويعنى تحسس أجزاء الشيء الواحد جزءاً جزءاً تم تكوين مفهوم واحد لهذه الأجزاء بعد إدراك جزيئات هذا الشيء.

ونظرا لان عملية الادراك هي عملية معرفية فإنها تستغرق وقت طويل علاوة على احتوائها على عمليات فرعية طويلة ومعقدة تقوم بتأويل الإحساسات اللمسية من الجلد وخاصة اليدين إلى الدماغ وإعطائها معنى والتي يجري الجزء الأكبر منها بصورة آلية ودون وعي أو شعور بها لكنها في بعض الأحيان تحتاج إلى تركيز الانتباه وبذل الجهد والتنظيم العقلي.

وعلى الرغم من اعتماد عملية الادراك اللمسي على حاسة اللمس إلا أن استقصاء المعلومات تحدث أفضل عندما تتكامل هذه الحاسة مع غيرها من الحواس وخاصة البصر والسمع حيث أن معالجة المعلومات ونقلها إلى الدماغ يعمل بطريقة أفضل في معالجتها وتحليلها وتفسيرها وإعطائها المعنى المراد منها أذا تكاملت مع غيرها من الحواس.

ولا شك ان تأثير أعضاء الاستقبال في الجلد يبعث حوافز عصبية تنتقل إلى مساحات خاصة في قشرة المخ بواسطة أعصاب حسية حيث تترجم كظاهرة لمس بسيط تنتشر في أعضاء الاستقبال الجلدية بشكل مجاميع في الجلد تعرف بالبقع اللمسية ولا تظهر الاستجابة للمنبهات الحسية خارج مناطق هذه البقع وتعتبر الأصابع أكثر المساحات الجلدية حساسية للمس لكثرة عدد أعضاء الاستقبال الجلدية فيها.

وعلى الرغم ان هناك ثلاث حواس لم توظف بعد، إلا ان الواقع في مجال التعليم يؤكد أن توظيف الواقع الافتراضي اصبح مقترن في الآونة الأخيرة بحاسة اللمس، بل ويعتقد أن هنالك إجماع على أنّ حاسة اللمس تأتي بالأهمية بعد البصر والسمع، فبمجرد مقدرتنا على توظيف هذه الحاسـة سيتكون لدى المتعلم شعور بحقيقة الاشياء وملمسه ، وليس ذلك فقط بل ستكون قادراً على لمس كل شيء في الواقع الافتراضي كذلك، مما يجعله أكثر تمتعا بما داخل هذا الواقع لحد يصل للإيحاء بوجود الأشياء وانه ضمنا يعيش فيها بعد تخطيه حاجز الاحساء بالرؤية الواقعية والاحساء بالصوت والبيئة الواقعية الصوتية.

حـاسـة الـلـمـس واهميتها في التعليم والتعلم:

أدركت مؤخرا بعض المجتمعات المتقدمة أهمية حاسـة اللمس واستحدثت نوعاً من التدريب اللمسي أطلقت عليه "التربية اللمسية أو التعليم باللمس" لتزويد الطفل بالمعلومات والخبرات الفنية والجمالية والتاريخية والجغرافية والاجتماعية وذلك بإنشاء متاحف ومعارض يراعى فيها طبيعة الحركة والتنقل لدى المتعلم لعرض التراث الثقافي والفني والتاريخي لتلك المجتمعات بطريقة تمكنهم من الحصول على المعلومات والخبرات عن

طريق لمس المعروضات واحتوائها بجانب معرفة المعلومات عنها بواسطة الكتابة البارزة الموضوعة على كل قطعة معروضة كنماذج للطائرات والقطارات والسفن والمنازل القديمة وأدوات الحرب وأدوات الزراعة والحيوانات والآلات الموسيقية وغيرها من الأشياء وهو ما يطلق عليه عملياً بالإدراك اللمسي.

وهذا ما يؤكد أن حاسة اللمس هي المرجع الحقيقي في التعليم للحكم على ملمس الأشياء والاحساء بقيمته وإدراكها ، كما أنها مصدر من مصادر اكتساب الخبرات التعلمية الحقيقية التي قد ينخدع بها الانسان عند اللجوء لحاسة البصر، كما انها وسيلة من وسائل اتصاله بالعالم الخارجي، إذ عن طريق الأيدي تجتمع أدوات البحث والمعرفة والعمل ، ومن ثم فهي تؤثر تأثيرا جوهريا في حياته الثقافية والاجتماعية والاقتصادية حيث يتعرف بواسطتها على ملامس الأشياء مميزا بين الخشونة والنعومة والصلابة والليونة والجفاف والرطوبة والزوايا والمنحنيات والحدة والرقة والنبض والاهتزازات إضافة إلى الربط بين أحجام الأشياء وأشكالها وأبعادها المكانية.

كما تعد أيضا حاسة اللمس في مجال التعليم عبر الأدوات المخصصة لذلك من أكثر الحواس استجابة للعديد من المثيرات التعليمية الميكانيكية والحرارية والكهربائية والكيميائية إذ أن المستقبلات الجلدية مهيأة لاستقبال المثيرات المتنوعة لإعطاء حقائق عن البيئة وعناصرها الملموسة، فالمثيرات اللمسية تعمل على إيصال المتعلم بالبيئة من حوله فيؤدى ذلك إلى حدوث نوع من الارتباط بينه وبين المؤثرات الخارجية التي تؤثر على نمو وعيه اللمسي.

شكل (١٠) حاسة اللمس في التعليم

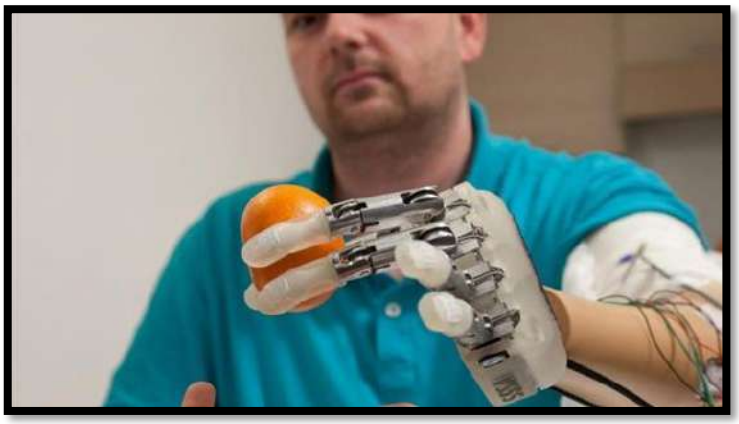
تقوية الحاســة اللمسـية:

يرجع تناولي لهذا الجانب بهدف الإفصاح عن امكانية تقوية الحاسة اللمسية لمن لديهم مشكلة في الجانب الحسي اللمسي من المتعلمين مما سيعود ذلك بالإيجاب نحو الإفادة من توظيف التكنولوجيا المقترحة "الاستنساخ البصري اللمسي Haptic-Optical Clone Technology" لاستخدامها في العملية التعليمية، حيث نجح علماء الأعصاب في جامعة بوخوم Bochum الالمانية في مساعدة مرضاهم الذين تعرضوا للشلل بسبب السكتات الدماغية في تحفيز الاعصاب المنتشرة على بشرتهم وايديهم باستخدام بعض ادوية الامفيتامينات، وأسـفرت النتائج عن التحسن الملحوظ في التحسس بدقة عند لمسهم للأشياء بصورة أكثر مما كانوا عليه من ذي قبل، وقد ركزت هذه البحوث على الأطراف إذ يعرف انها الأهم عن باقي أجزاء الجسم لان حاسة اللمس تتوفر بكثرة في اطراف الأصابع، بحيث يمكن من خلالها الحكم على احجام وملامس وحرارة الاجسام بشكل مرن، وقد توصل العلماء في هذه الصدد إلى ان تحفيز الجلد في مناطق معينة يمكن أن يحسن تعامل الدماغ مع ايعازات اللمس خلال ساعات.

كما نفذ الباحث العصبي المعلوماتي "هوبرت دينسة" من جامعة "رور" بمدينة بوخم الالمانية Ruhr-Universität Bochum أيضا تجارب على مرضاه استخدم فيها طريقة «التحفيز المزدوج» لتحسين حاسة اللمس ونصب على سبابات المتطوعين اليمنى مكبرا للصوت استخدمه طوال ثلاث ساعات كمحفز للبشرة، ونجحت الطريقة في نقل الايعازات اللمسية إلى الدماغ وتحفيز المزيد من الخلايا العصبية المتخصصة بحاسة اللمس، ولفحص مدى تحسن حاسة اللمس عند المتطوعين عمل "هوبرت دينسة" وزملاؤه على وضع ابرتين دقيقتين متباعدتين على سبابات المتطوعين، وحرص الباحثون على أن تكون المسافة بين الأبترين كافية لتحفيز ايعازين اللمس، وإرسالهما إلى الدماغ.

ولغرض المقارنة منح الباحثون قسماً من المرضى بعض الأدوية، ومنحوا القسم الآخر دواء كاذبا ثم قاسوا إيعازات اللمس الواصلة إلى الدماغ، وتبين أن حاسة اللمس قد زادت بشكل ملحوظ في سبابات اليد اليمنى للمرضى الذين نالوا الدواء الكاذب (البلاسيبو) مقارنة بحاسة اللمس في سباباتهم اليسرى، وذكر العلماء أن منح دواء الامفيتامين لمجموعة المرضى الأولى أدى إلى مضاعفة حس السبابات اليمني بالمقارنة مع حس سبابات مجموعة البلاسيبو. وهذا ليس كل شيء لان الباحثين توصلوا إلى أن استخدام عقار آخر هو NMDA-Blocker قد أدى إلى تقليل حاسة اللمس إلى حد بعيد.

ويقول علماء جامعة "رور" بمدينة بوخم الالمانية Ruhr-Universität Bochum أن حاسة اللمس التي تحسنت بفعل التحفيز المزدوج قد تراجعت إلى حالتها الطبيعية بعد ٢٤ ساعة من إجراء التجربة، ويبقى أن يركز الباحثون على تحسين طرق إطالة أمد التأثير حتى تصبح هذه الطريقة كعلاج فعال ورسمي في حالات السكتات الدماغية التي تؤدي عادة إلى تقلص حاسة اللمس، ويمكن للطريقة أن تساعد المتعلمين المعاقين بصريا على القراءة لأنها تحسن حساسية أناملهم للحروف البارزة التي تستخدم في حالتهم، كما يمكن للطلاب في مجال تعليم الموسيقي أن يستفيدوا من الطريقة لجعل أصابعهم أكثر رهافة.



شكل (١١) المعاقين والاحساس اللمسي الافتراضي

واعتبر "دينسه" نجاح التجربة بمثابة دليل على قابلية الدماغ على التعلم بعد التعرض للحوادث، ويمكن للطريقة أن تفتح أفقا جديدا لعلاج حالات الشلل الحسي بواسطة الامفيتامينات، ومن ثم يمكن الاستفادة من هذه النتائج في مجال التعليم لتحفيز حاسة اللمس لمن لديهم مشكلات في هذه الحاسة .(Christina & Robert, 2009, 669-683)

تكنولوجيا اللمس الافتراضي **Haptic Touch Technology**

يعرف عن حاسة اللمس الطبيعية بأنها ترجمة كل من الإحساس الحركي والإحساس اللمسي عن الجسم الحقيقي، ولذا فاللمس الافتراضي مساوي لذلك إذ تقوم هذه التكنولوجيا عادة في محاكاة الإحساس الحركي عن طريق حساب القوى في الواقع الافتراضي ومن ثم تطبق هذه القوى بشكل فعلي على يد المستخدم من خلال تطبيق عزوم من خلال المحركات مكافئة تماماً للقوى المحسوبة، لذا فالإحساس اللمسي الافتراضي فيتم تنفيذه

عملياً عن طريق الأمواج فوق الصوتية، أو من خلال تطبيق شحنات كهربائية أو غيرها الكثير من الطرق، بحيث يتحرك الهواء حول يد المستخدم فيمكننا محاكاة إحساس الخشونة أو النعومة وهكذا.

وبالتالي فبنفس مبدأ اللمس الطبيعي للأشياء الحقيقية تعمل تكنولوجيا اللمس الافتراضي على خلق نفس الإيحاء بلمس الأشياء الافتراضية، حيث تسعي لإيهام المستخدم بالملمس وتوابعه من برودة وحرارة وضغط والام، وإحساس بالحركة حتى ينتقل الاثر الى الدماغ فيجعل المستخدم يشعر به، لكن الفرق الجوهري يكمن في أن بيئة اللمس الافتراضية هي بيئة افتراضية بالكامل.

وفي هذه الاتجاه تمكن العلماء في السنوات القليلة الماضية من تطوير تقنية الهولوجرام Hologram التي تظهر نسخة الأشخاص بشكل ثلاثي الأبعاد أمام أعين الجميع وكأنها حقيقة، وانتشرت بشكل كبير في الحفلات العالمية التي استدعت النجوم الراحلين على خشبة المسرح، ولكن يبدو أن هذا لم يكن كافيا فقام الباحثون من جامعة طوكيو للعلوم والهندسة بالعمل على تقنية جديدة متطورة تمكن المستخدمين من لمس الأجسام الهولوجرام والتعامل معها وكأنها حقيقية تماما وابتكروا تقنية ذكية تحمل اسم"Haptoclone" ، وهى عبارة عن نظام تفاعلي يسمح بتجربة إرسال صور هولوجرام لشخص ما والتعامل معها باللمس.

وتعد شركة Immersion المصممة لبرنامج TouchSense Force أحد أبرز الشركات التي قامت بعرض أمثلة على استعمال تقنية اللمس الافتراضية في مجال الترفيه، حيث وفرت برامج لألعاب الاطفال مستخدمين تكنولوجيا اللمس الافتراضية، حيث أظهرت واجهة المستخدم لهذه الألعاب شبيه لواجهة برامج تعديل الفيديو والمونتاج فيما يتعلق بالجانب المرئي أو برامج تعديل الصوت لمعالجة الصوت.

شكل (١٢) إحدى واجهات المستخدم لبرامج تعديل تكنولوجيا "Haptoclone"

كما وفرت هذه البرامج للمستخدم ادخال بعض من التأثيرات اللمسية الافتراضية كالتحكم في زيادة درجة حرارة او برودة الاجسام الملموسة وكذلك درجة الخشونة والنعومة وتحديد قوتها، علاوة على التحكم في الفترة الزمنية للحساس بالملمس ومشتقاته، وأيضا سرعة دخول المستخدم في البيئة اللمسية وخروجه منها للانتقال الى ملمس أخر، وقد انعكس هذا على ردود أفعال المستخدمين لدرجة غيرت من مفهوم الإحساس بالواقع المعزز السابق والمقصور على الإحساس البصري والسمع.

وقد تكون لدى الباحث الرغبة في توظيف هذه التكنولوجيا الجديدة في المجال التعليمية بهدف السعي لتوظيفها ربما في البداية تحت مظلة التعليم بالتسلية Edutainment والذي يسعى لتحقيق الأهداف التعليمية في إطار رضا المتعلم عن واقعه التعليمي(Emiko Jozuka, 2015) .

شكل (١٣) تكنولوجيا اللمس والاستنساخ البصري في الألعاب الالكترونية

وقد استمد الباحث هذه الفكرة من تبني شركة Immersion من ظهور العديد من الألعاب مثل First-Person Shooter التي تعطي للمستخدم الاحساس باستخدام تقنية اللمس الافتراضية، مما سيهيئ الطريق لتوظيفها في المجال التربوي الذي يعد الحقل الحقيقي لتطور أي امه تسعى للمضي في ركب الدول المتقدمة.

ولم يقف حد هذه التكنولوجيا عند التلامس والتعزيز للبيئة الواقعية فحسب بل تطرق الامر لأكثر من ذلك حيث أشار موقع motherboard الأمريكي أن التكنولوجيا الجديدة ستتيح في القريب العاجل لمستخدميها التواصل عبر الانترنت مع بعضهم البعض عن طريق تكنولوجيا اللمس والاستنساخ البصري Haptic-Optical Clone Technology لمسافات بعيدة مما يقربهم أكثر من بعض ويطور التواصل وما يحمله من مصادر ثنائية الابعاد الى مصادر مجسمة مصحوبة بالمعلم الافتراضي Virtual Teacher بحيث يمكن للمتعلم التحدث مع المتعلمين والتفاعل معهم ولمسه ومصاحبتهم للاطلاع على المصادر المتعددة .

كما تحمل تكنولوجيا اللمس الافتراضي بداخلها نوعين مختلفين من الأحاسيس، الأول هو عنصر الحركة ، إذ يفترض مثلا ان المتعلم امامه في الواقع المعزز؛ احدى أنواع الثدييات كالدب القطبي، وأنه من الممكن أن يغرث يديه في الفرو الذي يكســوه بل ويحس بملمسه ودرجة غزارة الفرو وطبيعته ونعومته وخشونته في بعض أجزاء جسمه وكذلك صلابة بعض أعضائه او ليونته بل وكذلك درجة حرارة بعض اجزاءه، مما يوحي للمتعلم انه يداعب حيوان الدب القطبي كما لو كان في الواقع، ولذا فإن حاسة اللمس الافتراضي تشتمل بداخلها على عنصر الحركة الذي يساعد في معرفة الحجم والشكل .

والعنصر الثاني هو جانب عنصر اللمس بذاته والذي يحمل بداخله الإحساس بالنعومة والصلابة ودرجة الحرارة وما تحمله بداخلها من احساسات تهيئ للمتعلم الاقتراب من الواقع الحقيقي وما يحمله بداخله.

من هذا المنطلق فإذا كان الواقع الافتراضي هو تفاعل المتعلم السمعي والبصري مع بيئة اصطناعية افتراضية بدلا من المراقبة الخارجية لبيئة حقيقية خوفا من التعرض للمخاطر او الخوف من اتلاف محتواها، فإن تكنولوجيا الاستنساخ البصري واللمس HOC، قد زادت هذا التفاعل لحد التفاعل مع المحتوى في هيئة مجسمة Holograme لا في حدود التفاعل بالمشاهدة فقط بل تعدها لحد التفاعل اللمسي مع هذا العالم الافتراضي، ولا شك ان الجمع بين المثيرات اللمسية، البصرية، والصوتية سيسهم كثيرا في تطوير البيئة الافتراضية لتصبح اكثر واقعية، مما سيعود بالمتعلم لتحقيق أهدافه التعليمية بإيجابية ومتعة.

وإذا كان التحدي الأساسي في التكنولوجيا الجديدة هي كيفية تشكيل الأجسام الافتراضية بحيث يمكن لمسها لحد يصل تخطى الإمكانيات المتاحة في البيئة الحقيقية بل وإمكانية تتخطى التخلص من المخاطر وتقليل التكلفة مع زيادة التشويق والتكرار للتأكيد على أي مثير مرئي او سمعي او لمسي، يصعب تحقيقه في البيئة الواقعية وعدد مرات من التكرار وفي أي وقت ممكن، والتي يبحث عنها المتعلم بشغف من خلال الألعاب وبرامج التسلية، بحيث يمكن من خلال هذه التكنولوجيا ان نحقق التعلم من خلال التسلية Edutenment.

لذا فإن دمج تكنولوجيا الرؤية اللمسـية في البيئات الافتراضية سيجلب العديد من الإمكانيات الجديدة، ولكن إذا احُسن تقنينها تعليما حتى لا تجلب معها العديد من المشاكل التي من المتوقع ان تتواجد، وسيسعى المتخصصون للتغلب عليها.

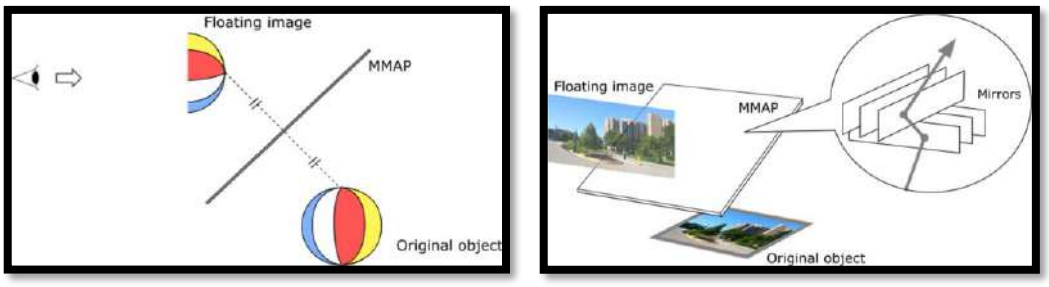
لذا ففكرة نظام Haptic-Optical Clone تقوم وفق معايير تربوية وفنية وتقنية من خلال الشكل المتبادل من خلال نسخ بيئات ثلاثية الأبعاد متجاورة بصريا وفيزيقيا، بحيث يدركها النظام من خلال تلك

التفاعلات المتبادلة بين المستخدمين باستخدام الاحساس باللمس haptics دون الحاجة لارتداء أي أجهزة ، إذ يصعب ذلك في المجال التعليمي، حيث يتم عرض صورة الكائن الطبيعي بحجمه الواقعي وذلك من خلال مجموعة من المرايات الصغيرة micro-mirror array plates (MMAPs) بحيث يتحدد دور هذه المرايات في لانعكاس الاشعة من الكائن الطبيعي، فيتم إعادة جمع هذه الاشعة المنعكسة من هذه المرايات بحيث يعاد بناء الصورة المتكونة في هيئة ضوئية مجسمة عائمة في الهواء.

كما يوفر نظام Haptic-Optical Clone (HOC) في المجال التعليمي نسخ عناصر البيئة المحيطة بالكائن الطبيعي الذي عكست الاشعة صورته، علاوة على توفيره لردود فعل لمسية للمتعلم من خلال اللمس المحمل عبر الهواء باستخدام الموجات فوق الصوتية Airborne Ultrasound Tactile Display (AUTD) .

وبناء على ذلك فإن هذه الموجات فوق الصوتية المتقاربة تعطي قوة ردود فعل استنادا إلى الخصائص البصرية الناتجة من الاحداثيات المتقاطعة للمرايات الصغيرة MMAPs المكونة لمحتوى الكائن الطبيعي، ومن ثم عندما يلمس المتعلم الصورة المنسوخة بالنقل عبر هذه التكنولوجيا، يعطي النظام ردود فعل قوية تخلق لديه إحساس افتراضي نتيجة للاتصال الميكانيكي بواقع الصورة المجسمة والعائمة في الفراغ الهوائي.

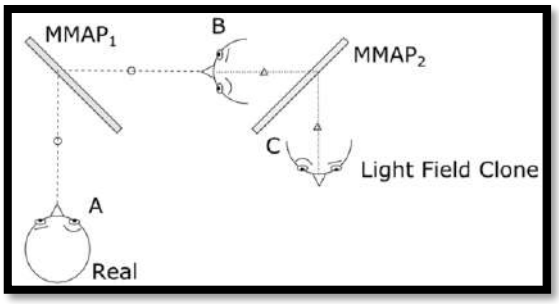
مما سبق يتضح انه إذا كان الواقع الافتراضي، او الواقع المعزز المدعم بتكنولوجيا الهولوجرام قد لا يعني أي شيء للمتعلم الآن سوى الانبهار بشكله المجسم في الهواء، فإن الجديد في هذه تكنولوجيا HOC انها ستحدث انقلاب مع الأجيال القادمة من الأجهزة التعليمية الذكية، بما في ذلك أجهزة الهواتف والكمبيوتر اللوحي، مما يعني بضرورة البحث في متغيراتها البنائية من اجل توظيفها تعليماً في الآونة القادمة.



B **A**

شكل (١٤) المبادئ الأساسية لفكرة الاحداثيات المتقاطعة للمرايات الصغيرة MMAPs

واذا كان باحثو اللمس Haptics بقسم علوم المركبة والهندسة بجامعة طوكيو Department of Complexity Science and Engineering (DCSE) يعملون على مشروع تطوير هذه التكنولوجيا بدعم من شركة Motherboard فنهم يعملون من أجل توظيفها في مجال التسلية والألعاب وغالبا لا يهتمون بخدمة العملية التعليمية إلا إذا كان المنظور تجاري ، ولذا يبغي على الباحثين في مجال تكنولوجيا التعليم الوقوف على هذه التكنولوجيا الجديدة والبحث في متغيراتها والتوصل للمعايير التربوية والفنية والتقنية التي يمكن الاستناد عليها عند توظيفها مستقبلا في العملية التعليمة التي من المفترض ان تحقق نجاحات غير مسبوقة في نقل الواقع والتفاعل معه بالصوت والصورة واللمس.



شكل (١٥) لنظام Two-MMAP لاستنساخ الصورة مقلوب

وينبغي الاشارة بانه يمكن توظيف تكنولوجيا Haptoclone في مجال التعليم عن بعد، إذ يمكن من خلال تكنولوجيا التلامس عن بعد "telehaptics" إرسال صور ثلاثية الأبعاد لمجسم يد أو وجه المستخدم أو ربما جسده او ما يحمله معه من مصادر للتعلم إلى جهة الاتصال الاخرى التي تستخدم نفس النوع من الجهاز، مما يوحي للمتلقي الإحساس بانه يلمس هذا الشخص او ما معه من مصادر أخرى، مما يلفت النظر بأن هذه التكنولوجيا توفر الخدعة والاثارة التي تجعل المتلقي يتفاعل مع من هو امامه ضوئيا على الرغم من انه في الحقيقة يبتعد عنه الاف الاميال بل من قارة الى أخرى لدرجة انه يمكن التفاعل معه باللمس والتحدث اليه بالصوت لدرجة الإحساس الواقعي والايهام بأن هؤلاء الأشخاص المتواجدين في أماكن متفرقة من الكرة الأرضية كما لو كانوا داخل حجرة واحدة (Emiko Jozuka, 2015) .

شكل (١٦) الصورة المتكونة من النظام وجهة اليسار الصورة الاصلية

وعلى الرغم من ان هذه الخدع البصرية واللمسية ما زالت في مراحلها الاولية وليس بالضرورة ان توظف في قريباً في العملية التعليمية ولكن علينا ان نسعى في مجال تكنولوجيا التعليم للأخذ بكل ما هو قادم الى عالم التسلية لتوظيفه داخل مجال التعليم التعلم رغبة في جعل التعلم متعه حتى يتحقق الهدف المرجو دون ملل او ضيق.

مكونات بيئة تكنولوجيا الاستنساخ البصري اللمسي:

هناك ثلاثة مكونات ينبغي توافرها لتكوين بيئة افتراضية تعتمد بداخلها على تكنولوجيا الاستنساخ البصري اللمسي هي:

أولا: جهاز تهيئة الواقع اللمسي **Haptic device**

وهو ما سيمثل العتاد الصلب في عملية الإحساس الافتراضي، ويتكون من مجموعة من المفعّلات والحساسات بالإضافة إلى هيكل ميكانيكي، يستقبل هذا الجهاز الأوامر من المستخدم ويطبق القوى أو ما يسمى بالإحساس الحركي أو اللمسي على يد المستخدم، وهنالك العديد من هذه الأجهزة التي تتواجد حاليا في السوق.

وقد قامت شركة Go Touch VR التي تعمل في مجال تكنولوجيا اللمس الافتراضية بابتكار جهاز Haptic Feedback يهدف لمنح مستخدمي الواقع الافتراضي إحساساً افتراضياً باللمس إضافة للتجربة السمعية البصرية في الواقع الافتراضي، وهذا الجهاز هو عبارة عن جهاز صغير مصنوع من البلاستيك باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد ويوضع على رأس الأصبع ليمنح الأحاسيس اللمسية عبر محرك صغير في داخله، وقد اسفرت النتائج الأولية للجهاز إنجازاً كبيراً في هذا المجال حيث أكد العديد من الخبراء التقنيين أن

الإحساس الذي يمنحه عند لمس الأجسام الافتراضية ومحاولة سحبها هو شعور شبيه بالشعور الحقيقي، ورغم أنه لا زال غير مثالي إلا أن شركة Go Touch VR ما زالت مستمرة في تطوير امكانيات هذه الجهاز مما سيعطى عائد كبير خاصة في المجال التعليمي.، وهناك نوعان من هذا الجهاز:

١- **جهاز الإحساس باللمس Phantom** : واحد من أوائل الأجهزة التي تواجدت في السوق، لهذا الجهاز شكل كالقلم مع قاعدة تشبه قاعدة المصباح، كما يملك هذا الجهاز ثلاثة مفعلات (محركات كهربائية) دورها الرئيسي تحويل القوى المحسوبة إلى قوى حقيقية فعلية تطبق على يد المستخدم، حيث يستطيع المستخدم الإحساس مثلا بليونة بالون منفوخ أو بصلابة حجر.

شكل (١٧) جهاز الإحساس باللمس Phantom

٢- **جهاز الاحساس بالملمس The CyberGrasp System** يعمل هذا الجهاز بطريقة مختلفة، فهو يغلّف كامل اليد وبالتالي تستشعر قوة الهابتك على كل إصبع من الأصابع. يملك هذا الجهاز خمس مفعلات تولد القوى التي تنتقل على طول الأوتار التي تربط أطراف الأصابع مع الجسم الخارجي، ومع هذا الجهاز يمكن للمستخدم الشعور بحجم وشكل الغرض الافتراضي والذي يتواجد داخل الواقع الافتراضي، ويمكن عن طريق هذا الجهاز استشعار نوع سطوح المواد وكذلك الشعور بوزنها.

شكل (١٨) جهاز الاحساس بالملمسThe CyberGrasp System

ثانيا: برامج تهيئة الواقع اللمسي **Haptic Software**

هي تلك البرامج التي يجب تواجدها على أجهزة الكمبيوتر للقيام بالعملية اللمسية، وأهم شيء تقوم به هو عملية إنشاء أشكال واشياء ثلاثية الأبعاد، ومن ثم حساب القوى والأوزان التي تشكلها هذه القوى وإرسالها إلى الاجهزة التي تحولها بدوره إلى قوى فعلية تطبق على يد المستخدم.

شكل (١٩) واجهة تطبيق تكنولوجيا اللمس عبر الكمبيوتر

ثالثا: بيئة افتراضية لمسية **Haptic Virtual environment**

يجب تواجد بيئة افتراضية تكون متوافقة مع إمكانية لمس الأغراض أي يجب أن تكون فيها الأجسام تمتلك كتلة وليس فقط شكل خارجي تعمل هذه البيئة عمل نظام التشغيل لعملية اللمس الافتراضي، وكذلك يجب تعريف النسيج المكون لكل غرض من الأغراض.

شكل (٢٠) البيئة الافتراضية اللمسية

العناصر التصميمية المؤثرة في تكنولوجيا الاستنساخ البصري اللمسي:

أولا: العناصر (الخارجية):

يعتمد تصميم البيئات التعليمية الافتراضية وما تحمله بداخلها من وسائط متعددة على الابتكار، ورغم أن هذا الأساس مطلوب باستمرار إلا أنه إذا غلب عليه هذه الصفة، لابتعد عن متطلباته التعليمية، كما انه لا يمكن أن يؤدي رسالته التعليمية بصورة جيدة، ولذا وجب على مصمم هذه البيئات الافتراضية وخاصة المعززة بتكنولوجيا الاستنساخ اللمسي، أن ينشط ذهنه باستمرار لخلق تعبيرات وأساليب وأفكار جديدة ولكن في إطار تربوي، ويتصل هذا الابتكار بالنظر إلى الأشياء المراد تفسيرها أو عرضا بنظره جديدة غير مألوفة، خاصة وان ادخال عنصر اللمس في هذه البيئات غالبا ما يزيد من جدوى تحقيق الأهداف التعليمية شرط ان يتبع المصمم المعايير التصميمة والتي تتكون في هذه البيئات المعززة بتكنولوجيا الاستنساخ البصري اللمسي من أربعة عناصر هي: العناصر المرئية، والعناصر المسموعة، العناصر الزمنية، والعناصر الملموسة، والتي يشترط نجاحها ان تراعي المعايير التربوية والتقنية.

وقبل الحديث عن هذه العناصر والتي اعتادت اغلب الدراسات والبحوث ان تقتصرها على ثلاثة عناصر فقط وهي العناصر المرئية والمسموعة والزمنية، إلا ان الإضافة الجديدة لحاسة اللمس في البيئة الافتراضية جعلت هناك ضرورة للحديث عن الوسائط اللازمة لمحاكاة حاسة اللمس.

١- العناصر المرئية:

يعتمد إدراكنا للجانب المرئي؛ على خبرتنا الحقيقية للأشياء الممثلة به وذلك من خلال أمرين: الأول يتعلق بما لدينا من إدراك مباشر للفراغ ذي الأبعاد الثلاثة عن هذه الأشياء الملموسة افتراضياً، والثاني خاص

بظاهرة التفاوت والتكييف والتقارب للعناصر داخل التصميم، وذلك بالإضافة إلى استخدام مبادئ تراكب الأشياء والشفافية واتجاه الخطوط الموازية إلى نقطة زوال وغيرها من الدلالات المتعلقة بالفراغ والمنظور. وتستخدم وتوظف بتتابع معين لتكون عملاً متكاملاً أو قصة، ويجب أن تراعي في استخدامها درجة الوضوح والنقاء وحدة الخطوط، وخاصة فيما يتعلق بالألوان حتى تحقق الغرض منها، إذ يجب أن تكون معبرة ومتصلة بالموضوع ويكون إظهار أو استخدام المرئيات لها فاعلية، بحيث يشعر المتعلم أنه يحتاج هذه المعلومة المصورة والدالة على الموقف تماماً وليس مجرد تعبير صوري او رسومي يكون من الأفضل عدم وجوده، لأنها لا يفي بالغرض منها.

ومن ثم فإن فاعلية الجانب المرئي سواء كان واقعي كالأشكال الصورية Realistic الممثلة للواقع أو فوتوغرافية لنموذج الشيء Photographs of a Model او رسومي مظلل Detailed Shaded Drawings أو رسومي بسيط Simple Line Drawing ، أو سواء كان ثابت او متحرك ، فإن هذه الأنماط تختلف عن غيرها في البيئات ثنائية الابعاد أو حتى ما يطلق علها ثلاثي الابعاد ولكن في اطار شاشة ثنائية الابعاد، حيث تأخذ هذه الأنماط الأربعة كمعززات تعليمية داخل البيئات التعليمية المعززة بعنصر جديد وهو اللمس، إذ يتطلب من المصمم ان يضع ذلك في اعتباره وألا يكون الملمس دخيل على البيئة التفاعلية ، بل يكون مرتبط بطبيعة الأهداف التعليمية (مثل القدرة على استدعاء المثيرات ذات الشكل والقدرة على التعرف على عناصر الشكل والقدرة على تعريف الشكل والقدرة على فهم مكونات الشكل وكذلك ملمسه) (خالد فرجون، ٢٠٠٤، ١٥٨-١٦٣).

٢- العناصر المسموعة

يمثل العنصر السمعي دوراً هام في ابراز العناصر الأخرى ، وذلك للتأكيد على محتوها وذلك لزيادة الموقف التعليمي ثراء، ، فالمعروف أن الأذن تختلف عن حاسة الرؤية او اللمس في طريقة الإدراك، فالعين مثلاً لا تنتخب ما تراه بل ترى كل ما يقع في مجال الرؤية ولكنها لا ترى كل الأشياء بنفس الوضوح فمثلا عند رؤية العين لمشهد معين فان كل أجزاء المشهد تدخل في مجال الرؤية للعين ولكن لا يمكن للعين إدراك وجود تلك الأجزاء تماما إلا إذا حدثت حركة محسوسة في أحد تلك الأجزاء ، أو أن يبذل الرأي مجهودا ذهنيا يجعله يركز بصره على أحد تلك الأجزاء دون غيرها، وهذا لا شك يتوقف على عوامل عدة تجعل مصمم البيئات الافتراضية المعززة بتكنولوجيا اللمسي البصري يسعى دائما أن يجعل حركة الأجسام والأشياء موضوع التعلم محورية أي في مركز إطار الصورة ، حتى يضمن أن يكون باقي مجال الرؤية في المجال موزعا

بالتساوي حول مركز الاهتمام الأصلي، مما يجعل كل الأشياء المحيطة بموضوع التعلم مساعدة على إدراك موضوع التعلم وليس معطلة لذلك، وان كان هذا أمر صعب في كثير من الأحيان خاصا في وجود عنصر الحركة داخل البيئة المجسمة وما بداخلها من عناصر ثلاثية الابعاد في الفراغ.

وكذلك الحال بالنسبة لحاسة اللمس حيث تعتمد حاسة اللمس على التجريب فكثير منا لا يعرف ان الجسم الذي امامه ساخن ام بارد إلا بالمحاولة والتجربة، ولا يمكن ان تتعرف عليه حاسة البصر ولكن يساهم التلميح السمعي للتعريف بحرارة الجسم المجسم قبل لمسه افتراضيا من المتعلم.

كما ان الأذن تختلف ايضاً في امتصاص المعلومات عن العين في أنها تكون حساسة لجميع الأصوات المنبهة التي تصل إليها من إي اتجاه ما دام كل صوت منها قوى بالقدر الكافي ، ومن ثم يمكن للأذن أن تسمع عدة أصوات مختلفة تأتى من اتجاهات مختلفة في نفس الوقت ، وعندما يصل صوت جديد إلى مدى سمعنا فانه لا يلغى الأصوات الأخرى ويحل محلها بل يصبح جزءا من الصوت العام الذي نسمعه، ومع ذلك يلاحظ أن المتعلم يتصرف بالنسبة للصوت بطريقة آلية مماثلة تقريبا لما سبق ذكره بالنسبة للرؤية ، حيث أن تعدد المصادر الصوتية لا يعنى أن المتعلم يدركها جميعها في نفس الوقت وبدرجة واحدة ، ومع ذلك فالاختلاف الأساسي بين السمع والبصر – أو بين الصوت والصورة – أن الإنسان يتحكم إلى حد ما في رؤية ما أمامه – عن طريق غلق العين مثلا – أما بالنسبة للأذن فإنها تكون في حالة استيقاظ مستمرة حتى في حالة النوم – وفي حين انه يمكن للأذن استقبال أكثر من مدرك صوتي بالإضافة إلى الأصوات التي يسمعها ولكنه لا يدركها، فان العين لا تستطيع أن تدرك أكثر من مثير مرئي واحد(خالد فرجون، ٢٠٠٤، ١٨١-١٨٣).

ومع ذلك فإن للصوت وظائف عديدة داخل البيئات المعززة بالاستنساخ المرئي اللمسي منها:

١- **الصوت يفسر المرئيات والملموسات المجسمة:** إذ لا شك أن التعليق اللفظي المصاحب للمرئيات والملموسات بأنماطها المختلفة يساعد مشاهديها ولامسيها على فهم معناها ورسالتها سواء عن طريق كتابته أو إلقاءه شفويا، وقد اختلفت الدراسات على تحديد مكان وتوقيت عرض اللغة اللفظية مع المرئيات الثابتة والمتحركة، وجاءت النتائج متعارضة، ومع ذلك فقد أجمعت على أهمية وجوده لشرح محتواها أو توجيه النظر المتلقي إلى أجزاء دون غيرها، واعتقد ان الامر سيحتاج لدراسات عديدة في العلاقة بين المرئيات والملموسات من جهة والسمعيات من جهة اخرى.

٢- **الصوت يزيد من فهم المحتوى التعليمي المرئي المجسم الملموس** خاصا وأن الصوت هنا يتحرر كثيرا من قيود الواقع الصوتي، فالصوت المنبعث داخل هذه البيئات الافتراضية لا يكون غالبا مشابها لواقعة لأن تضخيم الصوت أو ترقيقه أو تخفيته أو ادخال التكنولوجيات الجديدة عليه تكنولوجيا الصوت المجسم ٥,١ وكذلك ٩,١، ١٢,١ يضيف إلى معاني المرئيات بعد يزيد من فهم المحتوى المجسم الملموس.

٣-**الصوت يربط بين المرئيات المجسمة المتتابعة ويزيد من الإحساس بالواقعية اللمسية:** فالمعروف أن تمثيل الواقع بشكله وملمسه وصوته او التعليق عليه يقرب المتلقي للإحساس بالواقع، فقد أظهرت العديد من الدراسات أن الوسائط المتعددة التي تخلو من اللغة اللفظية- بالرغم من براعتها في التعبير الدقيق بالمرئيات والحركة داخلها – في حاجة إلى كتابة عبارات لفظية لتفسير محتواها وربط مشاهدها، كما ان استخدام الصوت يعزز انتباه المشاهد للمحتوى التعليمي، ولم نعرف مدى دخول الملموسات مع عنصري الصوت والمرئيات (خالد فرجون، ٢٠٠٤، ١٨٢-١٨٣)، واعتقد ان الامر سيحتاج للبحث خاصة بعد دخول عنصر اللمس.

٣- العناصر الزمنية

يقصد بالعنصر الزمني؛ الوقت الذي يستغرقه عرض الموضوع التعليمي أمام المتعلمين خلال البيئات المعززة بالاستنساخ البصري اللمسي، وهذا العامل الحيوي الهام يضفي على المرئيات وملامسها بعداً رابعاً فيبرز الحركة والإيقاع والنغم في تتابع أو تزامن.

وعموما فأن الحركة تحدد أو تدرك بما يقابلها من سكون أو حركة في اتجاه آخر أو بسرعة مختلفة، وتلعب الحركة داخل هذه البيئات فتضيف إلى الطول والعرض والعمق قدرة تعبيرية وتشكيلية قوية ، بجانب إضفاء أهمية وإيجابية لأسبقية المرأى Principle of Visual Primacy وأوضح دليل على هذه الحقيقة النجاح الذي يصادف هذه البيئات المليئة بالحركة عن الصامت منها ، بل واعتبر المتخصصون الحركة حجر الأساس في التعبير وذلك لطواعية الصورة المتحركة في التعبير عن الأفكار والحقائق والمشاعر التي تعجز عنها الصور الثابتة ، خاصاً وإنها تتضمن التغيير والزمن ، فالتغيير قد يحدث موضوعياً في المجال المرئي أو ذهنياً خلال عملية الإدراك أو كليهما معا في حين نجد الزمن في كل الحالات وبأبعاده الثلاثة، ولم يعد محدداً الان بعد دخول العنصر اللمسي.

وتمثل الحركة عنصرا هاماً يساعد المتعلم كثيرا في توجيه أنظاره خاصاً إذا كانت هذه الحركة وثيقة الصلة بالهدف المزمع تحقيقه ، ولذا ينبغي علينا أن نفرق بين كل من التكوين الشكلي الثابت داخل هذه البيئات والتكوين الشكلي الناجح للبيئات المليئة بالحركة وتأثير ذلك في العملية التعليمية، خاصاً وأن العناصر الداخلة في كلا التكوينيين تكاد أن تكون واحدة مع إضافة الزمن والحركة في النوع الثاني، لذا يتطلب من المصمم أن يضع ببعض الاعتبارات خاصة في وجود عنصر جديد وهو العنصر اللمسي في اطار الحركة، كما يجب أن يراعي دور إضافة الصوت إلى كلا من التكوينيين السابقين – الثابت والمتحرك – مضافا اليهما عنصر اللمس ومدى تأثيره في سعة كل منهما.

كما يجب ان يلم المصمم جيدا بالأثر لأسبقية الصورة كعنصر من عناصر البيئة المعززة الداخلة في التكوين الثابت بالمقارنة بالأثر الذي تحدثه كل من الحركة والصوت في طبيعة تلك العناصر المرئية خاصا وأن سعة العنصر المتحركة الناطق ليست محصلة لجمع سعة العنصر المرئي الثابت مضافة إلى سعة الحركة وسعة الصوت فالعنصر المتحرك المجسم الناطق يختلف عن العنصر الثابت المجسم في أمرين أساسيين هما: أن الحركة تغير تغييرا كبيرا في سعته، فهي ليست إضافة تراكمية بمعنى أن تبقى سعة كل منهما ثابتة لا تتغير بهذه الإضافة " بل الحقيقة أن إضافة الحركة للعنصر المرئي داخل هذه البيئات يخلق مركبا جديدا ينشأ عن تفاعلهما، له سعته التي تختلف عنهما في طبيعتها على الأقل، وفي بعض الخصائص الأخرى، شأن أي تفاعل كيميائي، كما أن البيئات التعليمية الجيدة هي التي تجمع في تكوينها الحركة والصوت والملمس أيضا، ومن ثم يتضح أن البيئات الجيدة في العملية التعليمية بجميع أنواعها تتكون من خمس عناصر تتفاعل في الإطار المرئي المسي أمام المتعلم المشاهد والقادر على لمس الاشياء هي: المرئيات المجسمة والحركة، واللغة اللفظية، والموسيقى والمؤثرات المسموعة، ونستطيع جمع العناصر الثلاث الأخيرة في عنصر واحد هو الصوت كما وأن الاجسام المرئية وما تحملها بداخلها من عنصري الإحساس بالملمس ودرجة الحرارة هنا تشتمل ضمن ما تشتمل على اللون بدرجاته باعتباره عاملا هاما من عوامل نجاح الصورة المجسمة، ويضاف اليهم عصر الإحساس بالملمس لزيادة واقعية الموضوع التعليمي.

٤- العناصر اللمسية:

علاوة على ما سبق ذكره من عناصر داخل تصميم البيئة التعليمية المجسمة وما يسعى اليه مصمم البيئة التعليمية وما تحمله عناصر التصميم الشكلية، وخاصة فيما يتعلق بالدرجات اللونية ودرجة البروزات والاعماق للإيحاء بالواقع المجسم ، ومراعاة المعايير الفنية والتقنية للحد من العبء الإدراكي ، فهناك أيضا العناصر اللمسية المقترنة بحاسة اللمس داخل الواقع المعزز بتكنولوجيا الاستنساخ البصري اللمسي، حيث

يسعى مصمم هذه البيئة لتوفير الاجسام والملامس التي يمكن ان يميزها المتلقي فيكتشف الملمس الخشن لتميزه عن الناعم، والساخن والبارد، والمؤلم والممتع، هو ينظم الكثير من علاقات التفاهم والتواصل والاستحسان أو الرفض الخ.

وبصفة عامة فإن توزيع المثيرات وفق حاسة اللمس تتفرع إلى أربعة أقسام: الأولى حالة اللمس الناعم (مثل شعورك بملمس الحرير) واللمس الفيزيائي (كبرودة الماء) واللمس العميق (كالشعور بضغط الأصابع) وأخيراً الإحساس بتغيرات الطقس حول الشخص في البيئة المعززة بالتكنولوجيا المقترحة والتي ترتبط كثير ينقل جلدنا للمخ ، حيث يسعى مصمم البيئات المعززة باستمرار لتهيئة الاجسام المجسمة بكميات هائلة من المعلومات حتى يحس المتلقي عن طريق الجلد بما يلمسه، وكذلك احساسه بالضغط والحرارة للأجسام داخل البيئة التعليمية المعززة ، بحيث يزود المخ بمعلومات تعمل على تحفيز المخ للإحساس بما هو افتراضي على انه واقعي وحقيقي، بل ويستغل مصمم هذه البيئات استجابة المتلقي لملمس الأشياء سواء الناعمة او الخشنة ليزيد من إحساس المتلقي بالانغماس داخل هذه البيئة، بينما يلعب على وتيرة أخرى للإحساس بالضغط والحرارة المعتدلة لكونها تحظى بمعالجة مختلفة في المخ.

كما يسعى المصمم عند توزيع المثيرات في البيئة التعليمية على التعرف الدقيق على الأماكن المسئولة عن الإحساس في مناطق الجلد والتي تقيس هذا الحساس بواسطة خلايا حسية خاصة تسمى " خلايا الاستقبال" وهي خلايا صغيرة توجد في أطراف الألياف العصبية الدقيقة التي مثل الشعرة، إذ يلاحظ ان قسم كبير منها مستدير الشكل أو أشبه بالزر، وهناك ستة أنواع من خلايا الاستقبال، بحيث يتخصص كل نوع باستقبال إحساس معين، عندما تتلقى خلية الاستقبال إشارة معينة فإن بإمكانها أن ترد ردا بسيطا: " نعم " أو " لا ". الرد بـ " نعم " معناه أن الخلية تنتج محفزا كهربائيا، حيث يقوم المخ بقياس الإحساس حسب عدد المحفزات التي تتكون في كل خلية استقباليه، كما أن خلايا الاستقبال تتجمع حسب أهميتها، بل ويحتوي جلد الأيدي والوجه على كميات كبيرة من خلايا الاستقبال، وهي حساسة جداً للمس.

كما يضع مصمم هذه البيئات حاسة اللمس والضغط بعين الاعتبار عند تصميم البيئات القائمة على الاستنساخ بالبصري اللمسي خاصة انهما شعوران متشابهان، ولكن لكل حاسة خلايا استقبال مختلفة في الجلد، إذ تحتوي هذه الخلايا على عدة طبقات من مادة شبه جيلاتينية، عندما نمارس الضغط على هذه الخلايا فإن الطبقات تنزلق فوق بعضها بشدة وتخلق محفزات عصبيا، خلايا استقبال اللمس مركزة في طرف اللسان وأطراف الأصابع – حيث حساسيتها كبيرة جدا، بينما هي موزعة على ظهر الكف على أبعاد كبيرة ومن ثم وجب على

مصمم الاجسام داخل هذه البيئات المعززة بالاستنساخ البصري اللمسي التركيز على أطراف أصابع المتلقي، خاصة ان أطراف أصابعنا تلعب دورا هاما في التعرف على شكل وملمس الأشياء التي نلامسها، ويجدر الإشارة هنا أن الإنسان الأعمى بإمكانه أن يقرأ إذا تعلم كيف يفك بواسطة أصابعه إشارات خط بريل الثلاثة والستين، التي تتكون من أشكال عبارة عن نقاط بارزة على الورق، والشعر الدقيق الذي يغطي جسمنا يساعدنا في حاسة اللمس، ففي جذور الشعر توجد خلايا استقبال، وعندما يتحرك الشعر ولو بتأثير ريح خفيفة جدا، فإنها تعمل كمكبرات وتخلق المحفز في خلايا الاستقبال.

ومع ذلك فهناك عدد من التحديات التي تواجه مصمم هذه البيئات التعليمية المجسمة، وخاصة فيما يتعلق بحاسة اللمس، على اعتبار ان الانسان من المخلوقات التي يسعى المخ لإبلاغ الدم بالاحتفاظ بدرجة الحرارة الملائمة للحفاظ على حرارة مناسبة في الجسم، ومن ثم يتكيف مع ي درجة الحرارة المحيطة بالجسم لذا فأن ايحاء المتلقي بدرجة حرارة محددة للأجسام المجسمة الافتراضية لإقناع المتلقي بواقعية حرارة هذه الاجسام قد لا يستمر كثير لان المخ سيهيئ الجسم لحرارة هذا الجسم مما يجعله يفقد الإحساس بهذه الحرارة بمرور الوقت ، خاصة أن الحفاظ على حرارة الجسم يتم بواسطة إنتاج الحرارة أو التخلص من الزائد منها، حيث تقوم الحواس المسئولة عن حرارة الجسم بتحذير المخ، ليقوم بتحويل الدم من الجلد بحيث يصدر أوامره إلى الأوعية الدموية الجلدية بالتقلص، للحيلولة دون فقدان الحرارة، أو أن يضاعف من تدفق الدم إلى الجلد بتوسيع الأوعية الدموية، ليفقد المزيد من الحرارة ، لذا يبدو أن خلايا استقبال حرارة الجسم تستجيب للتغييرات في درجات الحرارة وليس للحرارة نفسها ، هذا هو السبب الذي يجعلنا حساسين لتيارات الهواء البارد في غرفة دافئة. يمكننا أن نحس هبوط درجة الحرارة بدرجة أو اثنتين فقط ولكننا أقل حساسية للارتفاع الخفيف في الحرارة.

ثانيا: العناصر الداخلية:

تعددت العناصر المؤثرة على انتباه المتعلم داخل مختلف البيئات الافتراضية والمعززة ومنها البيئات المعززة بتكنولوجيا الاستنساخ البصري اللمسي، إذ تمثل هذه العناصر دورا هاما في تحقيق اهداف التعلم ومن هذه العناصر: مدى ارتباط موضوع التعلم بالاحتياجات الاجتماعية للمتعلم، ومدى احتياجه لهذا الموضوع دون غيره، حيث يزداد الانتباه بزيادة الاحتياج، هذا بالإضافة للصفات الشخصية والمعتقدات التي تجعله يقبل على هذا الموضوع التعليمي بفاعلية او غير ذلك.

كما يعتقد أيضا ان مستوى التعب أو الإرهاق الإدراكي الناتج عن متابعة البيئة المعززة بالتكنولوجيا الجديدة قد تمثل حمل إدراكي يصل بعد فترة زمنية ان يحجم المتعلم عن استكمال تعلمه، ورغم أن الأشخاص

الطابعين قد لا يجدون صعوبة عند الاستخدام المقنن لهذه التكنولوجيا إلا ان الامر محل تجريب، خاصة إذا ارتباطه بالمتغيرات البنائية لتكنولوجيا الاستنساخ البصري اللمسي بالمتغيرات التصنيفية للمتعلم ذاته من استعدادات وقدرات عقلية وما شابع ذلك، ومع ذلك فالمتعلم يمثل المعلومات القادمة هذه البيئات المعززة بأي تكنولوجيا تعتمد على المجسمات الافتراضية البصرية واللمسية وفق ثلاث عمليات معرفية هي:

١. **الانتقاء:**

يشتمل على اقتناص المتعلم لكل ما هو معروض بصريا وحدد ملمسه امام اعينه واشير اليه بتعليق صوتي او ابرزه من خلال مؤثر صوتي، وهذا الانتقاء يتم بسرعة او ببطء وفق عوامل خارجية ترتبط بتصميم هذه البيئة وعوامل داخلية ترتبط بالمتعلم وبخبراته السابقة واستعداده ومدى اهمية الموضوع التعليمي له، ثم تلى ذلك عملية التخزين الانتقائي في الذاكرة المؤقتة ، بناء على سبق الإشارة اليه؛ حيث تخزن في الذاكرة المؤقتة الصورية والسمعية واللمسية وفق لتمثيلها ووفق مستويات وضوح العروض المجسمة المرئية واللمسية بما فيها من مثيرات مرتبطة بالخشونة والنعومة وغيرها من مثيرات تدعو للانتقاء، كما يشتمل الانتقاء أيضا الجانب السمعي بما فيه من مثيرات من خلال وحدة السمع المدمجة في البيئة المعززة التعليمية، ويستمر هذا الانتقاء بالزيادة او النقصان حسب قوة تعزيز البيئة وما تحمله داخلها من مثيرات بصرية ولمسية وسمعية حتى يمكن تخزينه في صورته المبدئية.

٢. **التنظيم:**

يشتمل على تنظيم العلاقة بين المثيرات البصرية واللمسية والسمعية وفق هيكل تنظيمي للتكامل بين المثيرات المختلفة لتكوين نموذج متكامل.

٣. **الدمج :**

ذلك من خلال عمليات رئيسية مركبة: العملية الأولى : يقوم فيها المتعلمون ببناء روابط بين المثيرات البصرية واللمسية والسمعية والتمثيل لهذا المثيرات داخل العقل، والعملية الثانية: يقوم فيها المتعلمون ببناء روابط بين المثيرات البصرية والتمثيل البصري لها داخل العقل، وكذلك بناء روابط بين المثيرات السمعية والتمثيل السمعي لها داخل العقل وكذلك بناء روابط بين المثيرات اللمسة، والتمثيل اللمسي لها داخل العقل، والعملية الثالثة: يقوم فيها المتعلمون ببناء مدلول لما تكون لديهم من مفهوم بصري ، وما تكون لديهم من مفهوم سمعي، وما تكون لديهم من مفهوم لمسي ثم يصدرون حكما موحدا عن موضوع التعلم ككل، وهذا الدمج بين المثيرات والتكامل بينها للوصول الى مدلول موحد يتطلب مراعاة ذلك عند تعزيز البيئات الواقعية بالمثيرات المتعددة ، ولا شك أن خبرة المتعلم السابقة وحاجة المتعلم

لموضوع التعلم تؤثر كثيرا في مدى تفسيره لهذه المعلومات داخل هذه البيئة، وكذلك في اختيار أنسب طريقة لتقديم المعلومات وأنسب طريقة في العرض .

نظرية التكامل الحسي وأثرها على تكنولوجيا الاستنساخ البصري اللمسي:

تمثل نظرية التكامل الحسي أهمية بالغة خاصة في التعلم من خلال اللمس إذ يمكن توظيفها في تكنولوجيا الاستنساخ البصري اللمسي في تكيف المتعلم بشكل طبيعي داخل البيئة التعليمية المحيطة به وذلك عن طريق فهم المثيرات البيئية اللمسية و إصدار الاستجابة المناسبة لها ، كما ان هذه النظرية تفسر النظام اللمسي وكيفية تحديد مكان حدوث اللمس وماهية ما تم لمسه ، كما تفسر النظام اللمسي الحامي وكيف ينبهنا عند التعرض للخطر عند اللمس وما ينجم عن ذلك من استجابات تتمثل في الهروب أو الخوف أو أي فعل عدائي خلال عمل النظام اللمسي.

لذا تبحث نظرية التكامل الحسى في تفسير المشاكل الخاصة بالتعلم والسلوك عند الادراك الحسي اللمسي ، وأول من وضع أسس نظرية التكامل الحسي العصبي هي المعالجة الوظائفية الأمريكية "جين آيرس" وقد أضافت إلى الحواس الخمس المعروفة لدينا حواساً خفية أخرى هي الحاسة الدهليزية المرتبطة بالأذن الداخلية والتي توفر معلومات عن الجاذبية المرتبطة بـ (الفراغ، التوازن، الحركة) وذلك عن طريق وضع الرأس والجسم بالنسبة إلى سطح الأرض، وكذلك الاحساس بالتوازن وهو موجود في الاذن الداخلية ويعرفنا عن موقع الراس للأمام او الخلف حتى لو اغمضنا العين وقد ساعد تركيز "آيرس" على الوظيفة العصبية وعمليات التعلم على التقدم في فهم "الذكاء" كنتيجة للإدراك الحسي، والتكامل الحسي، والمعالجة الحسية وأدى عملها إلى العديد من الدراسات لتحسين قدرات التعلم من خلال العلاج الحسي التكاملي الذى يساعد الأطفال على التقدم نحو توظيف أعلى للقدرات العقلية.

وقد ركزت "جين آيرس" على ثلاث حواس اضافية ربما كانت مهملة من المتخصصين من اهمهم حاسة اللمس Tactile عن طريق الجلد ويندرج تحت حاسة اللمس عن طريق اللمس الخفيف للجلد ، والضغط، والاحساس بالألم، والاحساس بدرجة الحرارة Proprioceptive سواء كان عضلات او مفاصل، وكذلك الاحساس بحركة الجسم Vestibular والاحساس بالتوازن وهو موجود في الاذن الداخلية ، حيث يساعدنا في التعريف بموقع الراس ووضعها للأمام او الخلف حتى لو اغمضنا العين كما تفسر لنا النظرية فهم الاحساسين الاخيرين بشكل تفصلي مما يهيئ للباحثين تفسير عملية اللمس بصورة إجرائية.

كما اشارت "جين آيرس" عند تناولها لهذه النظرية ان وظيفة المخ استقبال جميع المؤثرات الحسية بشكل متواصل، إلا أن هذا الاستقبال يحدث تأثيره عند الاستخدام بشكل متكامل مع الحواس، وعلى ذلك فإن التعلم بالتكامل الحسي يكمن في تحسين فعالية الجهاز العصبي للمتعلم من حيث ترجمته وتوظيفه للمعلومات الحسية المستقبلة من البيئة بشكل يساعد المتعلم في التغلب على الصعوبات الحسية لديه وبذلك يتعلم الطفل ان يختار تكامل الحواس التي تساعده في الوصول الى هدفه.

من هذا المنطلق فإن التكامل الحسي يعني استقبال الإنسان للمعلومات من الحواس المتنوعة وإرسالها إلى الدماغ ومن ثم معالجتها وإعطاء الاستجابات الملائمة فكل حاسة تعمل مع بقية الحواس لتشكيل صورة متكاملة عما نحن عليه جسدياً وأين نحن وماذا يحدث حولنا، ويعتبر الدماغ هو المسئول عن إنتاج هذه الصورة الكاملة كمنظومة معلومات حسية تستخدم بشكل مستمر، فإن التكامل الحسي الفعال يحدث أوتوماتيكيا وبشكل لا واعٍ وبدون جهد من خلال الخبرات الحسية لدينا وتشتمل على اللمس والحركة والوعي بالجسم والبصر والصوت وقوة الجاذبية والتوازن والشم.

تحديات انتشار تكنولوجيا الإحساس اللمسي:

ما زالت هذه التكنولوجيا في مراحلها الأولية ويعود ذلك لعدة أسباب نذكر منها: التكلفة العالية جداً والتي لا يقدر أغلب الأنظمة التعليمية على تحملها.

ونظرا لان تكنولوجيا Haptoclone تستخدم جهاز معقد ومكلف للاستشعار Kinect sensor لالتقاط الحركة في الوقت الحقيقي بالإضافة لأربعة مصفوفات من الموجات فوق الصوتية التي تنبعث منها الضغط الإشعاعي بالموجات فوق الصوتية، وهي المسئولة عن جعل يجعل الكمبيوتر حتى يكون لدى المستخدم اعتقاد بأنه لمس الشخص على الطرف الآخر، فإن هذا الامر يتطلب تكلفة عالية.

كما ذكر الباحث "هيرويوكي شينودا Hiroyuki Shinoda" من جامعة طوكيو: "إلى أن هناك مخاوف تتعلق بالسلامة تأخذ في الاعتبار "إن مستوى الموجات فوق الصوتية الذي نستخدمه حاليا آمن جدا، ولكن إذا كان قويا عن الوضع الحالي، فإن الموجات فوق الصوتية يمكن أن تلحق الضرر بدوائر جسم الإنسان مثل الأعصاب والأنسجة الأخرى". واضاف "علينا ان ننظر في هذه القيود".

علاوة على ما سبق فإن هذه الأجهزة ما زالت تحتوي على بعض المشاكل على مستوى حساب القوى ونقلها للمستخدم، كما ان هناك حتى وقتنا هذه كثير من التعقيدات في الأجهزة والبرامج اللازمة لهذه التكنولوجيا.

وكذلك يمثل تشكيل الأجسام الافتراضية اللمسية واحدة من هذه المشكلة التي تواجه هذه التكنولوجيا ، حيث ما زالت حتى وقت قريب البرامج المتوفرة محدودة المستوى، حيث لم توفر الأدوات رفيعة المستوى لإنشاء هيئات مجسمة تحمل بداخلها درجات مختلفة من الأعماق والبروز والدرجات اللونية ويمكن من خلالها في نفس الوقت التفاعل اللمسي في كل جزء من اجزائها ولسوء الحظ فإن انتاج البيئات الافتراضية المجسمة مع توفير إمكانية التلامس لهذه المجسمات عادة ما يتطلب جهود عالية من البرمجة قبل المطورين، للسعي نحو الربط بين تصميم الاجسام الافتراضية ثلاثية الابعاد ونفس الوقت تحمل بداخلها إمكانية التلامس، ولذا فإن توفير بنية تحتية أساسية تحل محل الأساليب الحالية للبيئات الافتراضية المعتمدة على الرؤية فقط، يخلق بيئات افتراضية لمسية تعادل بل تفوق البيئات الحقيقية المجسمة.

كما يعد تطوير النموذج المجسم الذي المعد من خلال برنامج البعد الثالث كمكون إضافي لهذه الحزمة من الرسومات ثلاثية الابعاد من المراحل الصعبة في هذه التكنولوجيا ، حيث ما زالت تواجهها كثير من الصعاب، حيث يسمح هذه الجانب للمطورين في تصميم وإنتاج نماذج لكائنات ثلاثية الابعاد ومجسمة، بل ويمكن المستخدم من الإحساس بملمسها كمرحلة أولى، وربما يأتي الإحساس بالبرودة والحرارة في فترات لاحقة، وربما يتطور توظيف هذه التكنولوجيا يصبح بالإمكان التحكم في حيوية الاجسام المجسمة والتحكم بشكل تفاعلي في نقل شعور المتعلمين من خلال قاعدة بيانات مع هذه البيئات الافتراضية التفاعلية اللمسية.

شكل (٢١) التلامس بين يد حقيقية وأخرى افتراضية

كما يعد من اهم التحديات التي يسعى المبرمجين للتغلب عليها في توظيف تكنولوجيا اللمس الافتراضي Virtual Haptic كيفية تقوية الشعور الحركي واللمسي وكيفية محاكاة هذين الإحساسين وتنفيذهما بطريقة افتراضية، فالشعور الحركي والتي تكون العضلات مسؤولة عنه، يفكر الباحثون بمحاكاته عن طريق المحركات والهياكل الميكانيكية.(Emiko Jozuka, 2015) .

أما الشعور اللمسي والذي تمكننا النهايات الحسية في أصابعنا من الشعور به، يفكر الباحثون بمحاكاته باستخدام طرق عديدة منها الأمواج فوق الصوتية، ولذا فإن هذا التوظيف لم يصل الى جودته في التعليم إلا من خلال ربطه بالنظريات النفسية من جهة ومن خلال توفير أحدث التكنولوجيات الحديثة من جهة أخرى.

المـراجـع:

- خالد محمد فرجون (٢٠٠٤). **الوسائط المتعددة بين التنظير والتطبيق**، مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع، دولة الكويت.
- .....(٢٠١٧). المعلمون الافتراضيون ودعم الهوية، المؤتمر العلمي الدولي الخامس، السادس والعشرون للجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، مناهج التعليم في العالم العربي وتحديات الهوية، ٢-٣ أغسطس.

- Christina M. Karns & Robert T. Knight(2009) . Intermodal Auditory, Visual, and Tactile Attention Modulates Early Stages of Neural Processing, **Journal of Cognitive Neuroscience,** 21 ,4 , p.669-683.

- Emiko Jozuka(2015). **The Haptoclone is an interactive system that creates holographic images that you can "feel."** Available at https://motherboard.vice.com/en_us/article/d7y8bz/these-japanese-researchers-are-making-holograms-you-can-touch.

- Haptoclone(2016). Available at https://www.engadget.com