هل الميتافيرس قابل للنفاذ؟ رأي الخبراء

كريستينا يان زانغ[1]، خنساء شمناد[2]
1. معهد الميتافيرس لندن، المملكة المتحدة

christina@metaverse-institute.org

2.مركز التكنولوجيا المساعدة قطر – مدى
الدوحة، قطر

kchemnad@mada.org.qa

الملخص -أثار الميتافيرس "العالم الافتراضي الموازي"، وهو فضاء افتراضي مشترك تم إنشاؤه من خلال التقارب بين الواقع المادي والواقع الرقمي المعزز افتراضيًا، تساؤلات حول إمكانية نفاذ الأشخاص ذوي الإعاقة إليه. وقد استكشفت الدراسات إمكانات الميتافيرس في تجاوز الحواجز التقليدية لإمكانية النفاذ حيث تقدم حلولاً مبتكرة من خلال تكنولوجيا الواقع المعزز والواقع الافتراضي. وتعتبر العناصر الأساسية للميتافيرس، بما في ذلك الانغماس والتفاعل في الوقت الحقيقي والاستمرارية وقابلية التشغيل البيني واللامركزية والمحتوى الذي ينشئه المستخدم، بمثابة الأساس لعالم رقمي يهدف إلى أن يكون شاملاً وقابلاً للنفاذ من قبل الجميع بما في ذلك الأشخاص ذوي الإعاقة. ومع ذلك، لا تزال هناك تحديات كبيرة تعيق ضمان النفاذ العادل لجميع المستخدمين. وتشمل هذه التحديات الفجوة الرقمية والحاجة إلى تكنولوجيا التكيف وإمكانية أن يؤدي الميتافيرس إلى تفاقم أوجه عدم المساواة القائمة في مجال النفاذ إلى المعلومات والموارد. وعلى الرغم من هذه التحديات فإن لدى الميتافيرس القدرة على توفير الفرص للأشخاص ذوي الإعاقة لتقرير المصير والتفاعل الاجتماعي والمشاركة الاقتصادية من خلال مساحات عمل ومجتمعات قابلة للنفاذ.

الكلمات المفتاحية: الميتافيرس، الإعاقة، إمكانية النفاذ، الشمول

1. المقدمة

لقد أدى ظهور الميتافيرس وهو فضاء افتراضي مشترك تم إنشاؤه من خلال التقارب بين الواقع المادي والواقع الرقمي المعزز افتراضيًا إلى فتح آفاق جديدة للتفاعل الرقمي والتعليم والتجارة. ومع ذلك ومع توسع هذا العالم

نفاذ© 2024 من مركز مدى قطر برقم ترخيص CC BY-NC-ND 4.0

الرقمي تبرز أسئلة حول إمكانية نفاذ الأشخاص ذوي الإعاقة إليه وهو جانب حاسم يحدد مدى شمول هذه التكنولوجيا الناشئة. وقد بدأت الدراسات في استكشاف إمكانات الميتافيرس لتجاوز العوائق التقليدية التي تواجه الأشخاص ذوي الإعاقة في الأماكن المادية وتقديم حلول مبتكرة من خلال تكنولوجيا الواقع المعزز (AR) والواقع الافتراضي (VR). وعلى سبيل المثال يناقش كي وآخرون [1] التطبيقات التعليمية للميتافيرس بما في ذلك استخدام الواقع المعزز في التعليم الطبي مُسلطين الضوء على إمكانية توفير تجارب تعليمية غامرة يمكنها استيعاب احتياجات التعلم المتنوعة. وفي المقابل تشكل تحديات مثل الفجوة الرقمية والحاجة إلى تكنولوجيا التكيف شواغل هامة يمكن لها أن تحد من إمكانية النفاذ للأشخاص ذوي الإعاقة. وتهدف هذه الورقة البحثية إلى إجراء تحليل نقدي لإمكانية وصول الأشخاص ذوي الإعاقة إلى الميتافيرس ودراسة كل من فرص تعزيز مشاركتهم فيه والعقبات التي قد تعيق هذه المشاركة الكاملة.

2. العناصر الأساسية للميتافيرس وإمكانية النفاذ الرقمي

في إطار المشهد المتطور للميتافيرس فإن عناصره الأساسية (الانغماس والتفاعل في الوقت الحقيقي والاستمرار وقابلية التشغيل البيني واللامركزية والمحتوى الذي ينشئه المستخدم) تشكل الأساس لعالم رقمي يهدف إلى أن يكون شاملاً وقابلاً للنفاذ من قبل الجميع بما في ذلك الأشخاص ذوي الإعاقة. ويمكن تعريف إمكانية النفاذ في الميتافيرس على أنها قدرة الأفراد بغض النظر عن إعاقاتهم الجسدية أو المعرفية أو الحسية أو الظرفية على الانخراط بشكل كامل في البيئات والتجارب الافتراضية. وتدل التقاطعات بين مبادئ الميتافيرس وإمكانية النفاذ الرقمي على وجود مستقبل واعد لتعزيز شمول المساحات الافتراضية على الرغم من أن هذا المستقبل يواجه تحديات كبيرة في ضمان النفاذ العادل لجميع المستخدمين (Teichmann, 2023 [2] . وتعد إمكانية النفاذ الرقمي في الميتافيرس أمرًا بالغ الأهمية لضمان مشاركة الجميع على قدم المساواة. كما أنه يمكن لقدرة الميتافيرس على تجاوز القيود المادية من خلال الشخصيات الافتراضية (الأفاتار) أن تمكّن الأشخاص ذوي الإعاقة من المشاركة في الأنشطة والمجتمعات الأمر الذي قد يكون صعباً في العالم الحقيقي [3]. وتشمل إمكانية النفاذ الرقمي في سياق الميتافيرس قدرة الجميع بغض النظر عن قدراتهم أو قيودهم على المشاركة والانخراط بشكل كامل في بيئاته وتجاربه الافتراضية. ولا يتطلب هذا الأمر مراعاة القيود المادية فحسب بل يتطلب أيضًا مراعاة القيود الإدراكية والحسية والظرفية.

3. التقدم النظري والتحديات في مجال إمكانية النفاذ

تمهد التطورات النظرية للميتافيرس الطريق أمام حلول التكنولوجيا المساعدة الرائدة التي تسد الفجوة بين العالمين المادي والافتراضي وتوفر حلولًا مبتكرة للأشخاص ذوي الإعاقة. حيث يمكن أن يوفر استخدام البدلات الحسية وواجهات الدماغ والكمبيوتر للأشخاص ضعاف البصر تعليقات بيئية مفصلة أو أن يسمح للأشخاص ذوي القدرة المحدودة على الحركة بالتحكم في الشخصيات الافتراضية مباشرة ما يؤدي بالتالي إلى تعزيز

نفاذ© 2024 من مركز مدى قطر برقم ترخيص CC BY-NC-ND 4.0

قدرتهم على التنقل والتفاعل داخل المساحات الافتراضية **[4]**. وينطوي استخدام الأنظمة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي على إمكانية تعزيز النفاذ بشكل كبير من خلال تمكين التخصيص السلس للواجهات وتجارب المستخدم لتناسب التفضيلات الفردية **[5]**. وتوفر هذه الأنظمة القدرة على تخصيص تفاعلات الشخصيات الافتراضية الرمزية وعرض المعلومات والتنقل مما يفي باحتياجات مجموعة متنوعة من الأساليب المعرفية والقيود المادية. وتمثل إمكانات البيئات الغامرة لإعادة التأهيل والعلاج الافتراضي أيضًا فرصة كبيرة حيث تقدم طرقًا تفاعلية وجذابة لممارسة التفاعلات الاجتماعية أو إدارة القلق أو معالجة اضطراب ما بعد الصدمة في إعدادات افتراضية آمنة[6,7]

توفر عملية إنشاء الشخصيات الافتراضية الرمزية وتخصيصها فرصة فريدة للأشخاص ذوي الإعاقة للاستمتاع بتمثيل وشمول معززين وبالتالي تمكنهم من المشاركة في الأنشطة الاجتماعية دون عوائق القيود الجسدية أو التحيزات الاجتماعية [8]. وتعمل مساحات العمل الافتراضية وبيئات التعلم عبر الإنترنت بشكل متزايد على تسهيل النفاذ إلى فرص التعليم والتوظيف من خلال تمكين الأفراد من المشاركة في المؤتمرات والمشاريع التعاونية والأنشطة الأكاديمية الأخرى من أي مكان في العالم **[9]**. وتتمتع هذه التطورات التكنولوجية بالقدرة على كسر الحواجز التقليدية التي تحول دون التعليم والتوظيف من خلال توفير فرص متكافئة للأفراد من خلفيات ومواقع متنوعة. كما توفر مجتمعات الميتافيرس الافتراضية فرصًا لتنمية المجتمع والتعاون [10]. حيث تمكن هذه المنصات الأفراد الذين يواجهون صعوبات متشابهة من التواصل وتشكيل شبكات الدعم وتجاوز القيود الجغرافية والمادية.

ورغم التقدم الكبير الذي تم إحرازه فلا يزال هناك العديد من العقبات التي يتعين التغلب عليها في جعل الميتافيرس شاملاً تمامًا وقابلاً للنفاذ. ومن أهم هذه التحديات الأكثر إلحاحًا هو توفير النفاذ الشامل إلى الأجهزة والبرامج الضرورية بما في ذلك معدات الواقع الافتراضي ذات الأسعار المعقولة والقابلة للتكيف وتصميم واجهة سهلة الاستخدام والاتصال بالإنترنت على نطاق واسع لمنع المزيد من التهميش [11] . وهناك مصدر قلق آخر وهو خصوصية البيانات وأمنها حيث أن المعلومات الشخصية التي تتم مشاركتها في الميتافيرس يمكن أن تؤدي إلى التمييز مما يستلزم اتخاذ تدابير أمنية قوية وإرشادات أخلاقية لحماية المستخدمين. كما تثير الطبيعة الغامرة للميتافيرس أسئلة أخلاقية فيما يتعلق بالصحة العقلية وملكية التمثيلات الافتراضية وخطر الاستغلال ([12,13]). ويعد التغلب على هذه التحديات أمرًا ضروريًا لتحقيق الإمكانات الكاملة للميتافيرس كمساحة تمكينية شاملة للأشخاص ذوي الإعاقة.

4. الاستفادة من الميتافيرس للحصول على رؤى حول تجارب الإعاقة

يقدم الميتافيرس فرصة فريدة لاكتساب رؤى أفضل حول تجارب الأشخاص ذوي الإعاقة في المساحات الرقمية ولتعزيز إمكانية النفاذ الرقمي وتمكين الإعاقة [2]. ويمكن للبيئات الافتراضية من خلال محاكاة مختلف تحديات إمكانية النفاذ محاكاة القيود المادية والحسية مثل قيود التنقل عن طريق ضبط الجاذبية والتضاريس والإعاقات الحسية عن طريق تعديل الإعدادات الصوتية والمرئية. وتتيح هذه المحاكاة للمستخدمين اختبار التكنولوجيا المساعدة وميزات التصميم المختلفة مما يوفر تعليقات قيمة لتحسينها. كما يمكن للدراسات الخاضعة للرقابة داخل هذه البيئات تقييم تأثير ميزات إمكانية النفاذ على أداء المستخدم ومشاركته مما يساعد في تطوير حلول

نفاذ© 2024 من مركز مدى قطر برقم ترخيص CC BY-NC-ND 4.0

العالم الحقيقي. إن حالات الاستخدام المحددة مثل برامج العلاج بالتعرض للواقع الافتراضي مثل (Bravemind) للمحاربين القدامى الذين يعانون من اضطراب ما بعد الصدمة وألعاب الواقع الافتراضي لإعادة التأهيل الحركي والمعرفي مثل: (Endeavour ،Mindmaze) وتجارب إدارة الألم في الواقع الافتراضي مثل (SnowWorld) توضح إمكانات الميتافيرس لفهم وتعزيز إمكانية النفاذ الرقمي وتمكين الأشخاص ذوي الإعاقة [14-16]

5. ضمان الشمول وإمكانية النفاذ في الميتافيرس

إن الميتافيرس يتطور باستمرار ولذلك فإنه يجب على أطر إمكانية النفاذ أن تكون مرنة وقابلة للتكيف. وتشكل أمور مثل البحث المستمر وتعليقات المستخدمين وتحليل البيانات عناصر حاسمة للتحسين المستمر لإمكانية النفاذ. وتعد مبادئ التصميم الشامل ومعايير التشغيل البيني ومبادئ وكالة المستخدم والتحكم أمورًا بالغة الأهمية لصياغة نهج متماسك لإمكانية النفاذ الرقمي في الميتافيرس. حيث تدعو هذه الأطر إلى تجارب افتراضية مرنة يتحكم فيها المستخدم وقابلة للنفاذ من قبل الجميع وتؤكد على أهمية التحسين المستمر وإشراك المستخدم في عمليات التصميم. وبهدف التأكد من أن الميتافيرس شامل وقابل للنفاذ من قبل جميع المستخدمين بغض النظر عن قدراتهم فإنه من الضروري إعطاء الأولوية لإمكانية النفاذ منذ البداية [17]. ومن أجل تسهيل النفاذ إلى الميتافيرس كان من الضروري دمج مبادئ إمكانية النفاذ في فلسفة التصميم الأساسية ووضع إرشادات ومعايير واضحة وإشراك الأشخاص ذوي الإعاقة في عملية التصميم لتلبية احتياجاتهم مباشرة. ويعد التصميم الذي يركز على المستخدم ونهج التطوير المشترك أمرًا بالغ الأهمية يتطلب إجراء أبحاث حول المستخدمين تدرس مشاركين متنوعين واستخدام أساليب التصميم التشاركية واتباع نهج التطوير المتكرر من أجل التحسين المستمر لميزات إمكانية النفاذ. ولمواجهة التحديات التي تواجه إمكانية النفاذ فإنه يجب تطوير طرق تحكم بديلة لإمكانية النفاذ المادي وتوفير التسهيلات الحسية مثل تحويل النص إلى كلام والأوصاف الصوتية إضافة إلى تصميم واجهات واضحة لإمكانية النفاذ المعرفي مع ضمان القدرة على تحمل التكاليف وتوافر الأجهزة والبرامج الضرورية. ومن خلال اعتماد هذه الاستراتيجيات سيكون من الممكن للميتافيرس أن يصبح "مساحة" حيث يمكن من خلالها للجميع التنقل والتفاعل والمشاركة بشكل كامل مما يعزز عالمًا رقميًا شاملاً.

6. تعزيز إمكانية النفاذ الرقمي في الميتافيرس

أصبح الميتافيرس متاحًا بشكل متزايد من خلال مجموعة من الحلول التكنولوجية والأدوات وأفضل الممارسات التي تلبي احتياجات المستخدمين ذوي الإعاقة. وتشمل هذه الحلول واجهات الواقع الافتراضي/الواقع المعزز المتطورة والتي توفر طرق تحكم بديلة مثل تتبع حركة العين والأوامر الصوتية والتغذية الحسية الراجعة وواجهات الدماغ والكمبيوتر التي توفر للمستخدمين ذوي القيود الحركية طرق إضافية للتفاعل. وتعمل أدوات المساعدة المدعومة بالذكاء الاصطناعي مثل برامج تحويل النص إلى كلام والتعرف على الصوت بالإضافة إلى المساعدين الافتراضيين المعتمدين على الذكاء الاصطناعي على تحسين تجربة المستخدم للأشخاص ذوي الإعاقات البصرية أو السمعية من خلال توفير التوجيه والدعم ([18]. وتقود شركات مثل (STRIVR) و (Oculus VR) جهود إنشاء تجارب واقع افتراضي قابل للنفاذ ومصمم خصيصًا للتدريب والتعليم والعلاج مما يدل على الإمكانات الكبيرة لتطوير المحتوى الشامل. وبالإضافة إلى ذلك، يعد اعتماد وتوسيع إرشادات إمكانية

نفاذ© 2024 من مركز مدى قطر برقم ترخيص CC BY-NC-ND 4.0

النفاذ الحالية في الميتافيرس مثل إرشادات إمكانية النفاذ إلى محتوى الويب (WCAG) و(W3C) أمرًا ضروريًا لضمان تجربة متسقة وقابلة للتشغيل البيني عبر منصات مختلفة مما يمهد الطريق لعالم رقمي أكثر شمولاً.

7. التكنولوجيا الناشئة وإمكانية النفاذ

يعتبر الدور الواعد لإمكانات التكنولوجيا الناشئة مثل العملة المشفرة والبلوكتشين – سلسلة الكتل البيانية (blockchain) في تطور الميتافيرس دوراً كبيراً مع آثار بعيدة المدى على إمكانية النفاذ والشمول [19]وخاصة بالنسبة للأشخاص ذوي الإعاقة. ويمكن للميتافيرس من خلال الاستفادة من اللامركزية التي توفرها تقنية البلوكتشين تقليل اعتماده على المنصات المركزية [20] تمكين إنشاء بيئات قابلة للنفاذ تلبي الاحتياجات الفريدة للأشخاص ذوي الإعاقة. كما يمكن للعملات المشفرة أن تسهل تطور اقتصاد داخلي مزدهر وتوفر فرص جديدة للمشاركة الاقتصادية من خلال المعاملات الصغيرة وملكية الأصول اللامركزية مما يفيد المبدعين ومقدمي الخدمات ذوي الإعاقة. بالإضافة إلى ذلك فإن تنفيذ العقود الذكية على البلوكتشين سيسمح بإنشاء أنظمة حوكمة آلية وشاملة تعزز الحقوق والفرص المتساوية لجميع المستخدمين [21].

ويتمثل التحدي الكبير في ضمان أن لا تؤدي فوائد تكنولوجيا العملة المشفرة والبلوكتشين إلى تفاقم الفجوة الرقمية. ومن الأهمية بمكان التفكير جديًا في ضمان إمكانية النفاذ والقدرة على تحمل التكاليف وتوافر المهارات والموارد الأساسية وخاصة للأشخاص ذوي الإعاقة الذين يجب أن يكونوا قادرين على المشاركة الكاملة. وبالإضافة إلى ذلك تعد المخاوف الأمنية ومخاوف الخصوصية ذات أهمية قصوى حيث أن المنصات اللامركزية قد تعرض المستخدمين لمخاطر متزايدة من عمليات الاحتيال والقرصنة وانتهاكات البيانات [22]. ويجب تنفيذ تدابير أمنية قوية للتخفيف من هذه المخاطر كما يجب تثقيف المستخدمين حول أفضل الممارسات. علاوة على ذلك، فإن هناك حاجة لمعالجة النقص الحالي في اعتبارات إمكانية النفاذ في مبادرات البلوكتشين والعملات المشفرة. يجب على المطورين ومصممي الأنظمة الأساسية إعطاء الأولوية لمعايير إمكانية النفاذ واعتماد مبادئ التصميم التي تركز على المستخدم لضمان أن يصبح الميتافيرس مساحة شاملة حقًا حيث لا يقتصر الشمول على كونه مجرد رؤية بل يتحول إلى واقع.

8. الآثار المجتمعية

إن إمكانات الميتافيرس لإحداث تغيير تحويلي في مجال تمكين الأشخاص ذوي الإعاقة وإمكانية النفاذ الرقمي كبيرة وبعيدة المدى. ويمتد تأثيرها إلى نسيج المواقف المجتمعية تجاه الإعاقة وإمكانية النفاذ حيث أنها توفر للأشخاص ذوي الإعاقة فرصًا لا مثيل لها لتقرير المصير والمشاركة. حيث أنه ومن خلال البيئات الافتراضية يمكن للأفراد التعبير عن أنفسهم والمشاركة في التفاعلات الاجتماعية والمشاركة في الأنشطة الاقتصادية من خلال مساحات عمل ومجتمعات قابلة للنفاذ [23]. ومن خلال السماح للمستخدمين بتخصيص شخصياتهم الافتراضية وتجاربهم فإن الميتافيرس يتحدى المفاهيم التقليدية للإعاقة ويسلط الضوء على نقاط القوة والقدرات الفردية بدلاً من القيود. ويمتلك هذا التحول في المنظور القدرة على تعزيز مجتمع أكثر شمولاً وقبولاً. وقد حفز الميتافيرس تطوير حلول التكنولوجيا المساعدة المبتكرة من خلال تقديم تحديات فريدة تدفع إلى إنشاء حلول

نفاذ© 2024 من مركز مدى قطر برقم ترخيص CC BY-NC-ND 4.0

أكثر سهولة في الاستخدام وأكثر فعالية من حيث التكلفة لإمكانية النفاذ في العالم الافتراضي والواقعي. وقد استلزم ذلك إعادة تقييم معايير إمكانية النفاذ لتشمل مجموعة واسعة من الاحتياجات بما في ذلك الاحتياجات الحسية والمعرفية والظرفية وتشجيع تكامل مبادئ التصميم الشامل عبر البيئات والمنتجات والخدمات المتنوعة.

يتمتع الميتافيرس بالقدرة على تعزيز قدر أكبر من التعاطف والتفاهم بين المستخدمين من غير ذوي الإعاقة من خلال تقديم تجارب محاكاة للإعاقة تحول التركيز من القيود إلى القدرات والإمكانات. ومن خلال القيام بذلك، يمكن للميتافيرس المساعدة في تشجيع الثقافة التي تقدر الشمول وتعزيز تمكين الأشخاص ذوي الإعاقة وتحدي الصور النمطية المجتمعية والتمييز. كما أنه يمكن للميتافيرس توفير مساحات آمنة للتعبير عن الذات وبناء المجتمع وتمكين الأشخاص ذوي الإعاقة من الدعوة لمزيد من الإدماج والمساواة في الحقوق [24]. وفي نهاية المطاف فإن هذا التحول نحو الشمول لديه القدرة على أن يؤدي بنا إلى مجتمع أكثر احتراماً للجميع.

9. الخاتمة

في الختام، يمتلك الميتافيرس إمكانات هائلة لتعزيز إمكانية النفاذ الرقمي وتمكين الأشخاص ذوي الإعاقة. فمن خلال إعطاء الأولوية لإمكانية النفاذ ومعالجة تحديات محددة والاستفادة من التكنولوجيا الناشئة وتعزيز التعاون بين أصحاب المصلحة يمكننا ضمان أن يصبح الميتافيرس مساحة شاملة وتمكينية. وسوف تلعب الاعتبارات الأخلاقية والقانونية إلى جانب التوجهات البحثية المستقبلية دورًا حاسمًا في تشكيل حدود رقمية قابلة للنفاذ وعادلة. ويتطلب تحقيق هذه الرؤية جهدًا متضافرًا من جميع أصحاب المصلحة المشاركين في تصميم الميتافيرس وتطويره وإدارته. وينبغي أن تركز البحوث المستقبلية على تحسين الأطر القانونية لتعزيز الشمول وصياغة الحوكمة اللامركزية التي يدعم النفاذ العادل واستنباط حلول لسد الفوارق الاجتماعية والاقتصادية. بالإضافة إلى ذلك فإن من الضروري إجراء تحقيقات متعمقة لتقييم الآثار النفسية والاجتماعية طويلة المدى للانغماس في الميتافيرس على الأشخاص ذوي الإعاقة لضمان إمكانية النفاذ إلى التفاعلات القائمة على الشخصيات الافتراضية وتقييم التوازن بين الذكاء الاصطناعي والتصميم المبني على الإنسان لتلبية متطلبات النفاذ الشاملة. وسيكون لاعتماد هذا النهج الشامل دور فعال في تعزيز فهمنا وتعزيز بيئة الميتافيرس الشاملة.

المراجع

1. Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., Jo, S.: Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. J. Educ. Eval. Health Prof. 18, (2021). https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.32.
2. Ritterbusch, G., Teichmann, M.: Defining the Metaverse: A Systematic Literature Review. IEEE Access. PP, (2023). https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3241809.
3. Yamazaki, Y., Yamada, T., Nomura, H., Hosoda, N., Kawamura, R., Takeuchi, K., Kato, H., Niiyama, R., Yoshifuji, K.: Meta Avatar Robot Cafe: Linking Physical and Virtual Cybernetic

نفاذ© 2024 من مركز مدى قطر برقم ترخيص CC BY-NC-ND 4.0

Avatars to Provide Physical Augmentation for People with Disabilities. ACM SIGGRAPH 2022 Emerg. Technol. (2022). https://doi.org/10.1145/3532721.3546117.

4. Park, C., Howard, A.: Haptic Visualization of Real-World Environmental Data for Individuals with Visual Impairments. 430–439 (2014). https://doi.org/10.1007/978-3-319-07437-5_41.

5. Kuppusamy, K.S.: Role of artificial intelligence and big data in accelerating accessibility for persons with disabilities. Handb. Big Data Anal. Vol. 1 Methodol. (2021). https://doi.org/10.1049/pbpc037f_ch10.

6. Grealy, M., Johnson, D., Rushton, S.: Improving cognitive function after brain injury: the use of exercise and virtual reality. Arch. Phys. Med. Rehabil. 80 6, 661–7 (1999). https://doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90169-7.

7. Huang, Q., Wu, W., Chen, X., Wu, B., Wu, L., Huang, X., Jiang, S., Huang, L.: Evaluating the effect and mechanism of upper limb motor function recovery induced by immersive virtual-reality-based rehabilitation for subacute stroke subjects: study protocol for a randomized controlled trial. Trials. 20, (2019). https://doi.org/10.1186/s13063-019-3177-y.

8. Guo, Z., Jin, X., Hao, R.: Avatar Social System Improve Perceptions of Disabled People's Social Ability. 2019 IEEEACIS 18th Int. Conf. Comput. Inf. Sci. ICIS. 483–488 (2019). https://doi.org/10.1109/icis46139.2019.8940177.

9. Azhar, M., Lepore, E., Islam, T.: Post-Pandemic Digital Education: Investigating Smart Workspaces within the Higher Education Sector. (2021). https://doi.org/10.14236/ewic/hci2021.30.

10. Cheng, R., Wu, N., Chen, S., Han, B.: Will Metaverse Be NextG Internet? Vision, Hype, and Reality. IEEE Netw. 36, 197–204 (2022). https://doi.org/10.1109/MNET.117.2200055.

11. Zainab, H. e, Bawany, N., Imran, J., Rehman, W.: Virtual Dimension—A Primer to Metaverse. IT Prof. 24, 27–33 (2022). https://doi.org/10.1109/MITP.2022.3203820.

12. Brey, P.: The ethics of representation and action in virtual reality. Ethics Inf. Technol. 1, 5–14 (2020). https://doi.org/10.1023/A:1010069907461.

نفاذ© 2024 من مركز مدى قطر برقم ترخيص CC BY-NC-ND 4.0

13. Usmani, S., Sharath, M., Mehendale, M.: Future of mental health in the metaverse. Gen. Psychiatry. 35, (2022). https://doi.org/10.1136/gpsych-2022-100825.

14. Gamito, P., Oliveira, J., Coelho, C., Morais, D., Lopes, P., Pacheco, J., Brito, R., Soares, F., Santos, N., Barata, A.F.: Cognitive training on stroke patients via virtual reality-based serious games. Disabil. Rehabil. 39, 385–388 (2017). https://doi.org/10.3109/09638288.2014.934925.

15. Tashjian, V., Mosadeghi, S., Howard, A.R., Lopez, M., Dupuy, T., Reid, M., Martínez, B., Ahmed, S., Dailey, F., Robbins, K., Rosen, B., Fuller, G., Danovitch, I., Ishak, W., Spiegel, B.: Virtual Reality for Management of Pain in Hospitalized Patients: Results of a Controlled Trial. JMIR Ment. Health. 4, (2017). https://doi.org/10.2196/mental.7387.

16. Vianez, A., Marques, A., Almeida, R.S. de: Virtual Reality Exposure Therapy for Armed Forces Veterans with Post-Traumatic Stress Disorder: A Systematic Review and Focus Group. Int. J. Environ. Res. Public. Health. 19, (2022). https://doi.org/10.3390/ijerph19010464.

17. Allam, Z., Sharifi, A., Bibri, S.E., Jones, D.S., Krogstie, J.: The Metaverse as a Virtual Form of Smart Cities: Opportunities and Challenges for Environmental, Economic, and Social Sustainability in Urban Futures. Smart Cities. (2022). https://doi.org/10.3390/smartcities5030040.

18. Freitas, M.P. de, Piai, V.A., Farias, R., Fernandes, A.M.R., Rossetto, A., Leithardt, V.: Artificial Intelligence of Things Applied to Assistive Technology: A Systematic Literature Review. Sensors. 22, (2022). https://doi.org/10.3390/s22218531.

19. Gadekallu, T.R., Huynh-The, T., Wang, W., Yenduri, G., Ranaweera, P., Pham, Q.-V., da Costa, D.B., Liyanage, M.: Blockchain for the metaverse: A review. ArXiv Prepr. ArXiv220309738. (2022).

20. Ahluwalia, S., Mahto, R.V., Guerrero, M.: Blockchain technology and startup financing: A transaction cost economics perspective. Technol. Forecast. Soc. Change. (2020). https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119854.

نفاذ© 2024 من مركز مدى قطر برقم ترخيص CC BY-NC-ND 4.0

21. Chang, S., Chen, Y.-C., Lu, M.: Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process. Technol. Forecast. Soc. Change. (2019). https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2019.03.015.

22. Corbet, S., Lucey, B., Urquhart, A., Yarovaya, L.: Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis. Int. Rev. Financ. Anal. (2019). https://doi.org/10.1016/J.IRFA.2018.09.003.

23. Terpstra, G.: Building Better Community: A You-centralized Experience. Hum. Side Serv. Eng. (2022). https://doi.org/10.54941/ahfe1002542.

نفاذ© 2024 من مركز مدى قطر برقم ترخيص CC BY-NC-ND 4.0