

إمكانية النفاذ في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب والتفاعل بين الإنسان والروبوت: مراجعة موجزة للتعريفات وإرشادات المطورين والقوانين واللوائح

ملاك قبيلات

معهد النظم وهندسة الكمبيوتر والتكنولوجيا والعلوم (INESC TEC)

بورتو، البرتغال

Malak.m.irshed@inesctec.pt

الملخص:

تقدم هذه الورقة دراسة استكشافية لإمكانية النفاذ في كل من مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب والتفاعل بين الإنسان والروبوت مع التركيز على تقاطعها مع مفاهيم مثل قابلية الاستخدام والتصميم الشامل. وتؤكد الورقة على الهدف الشامل لهذه المفاهيم في تحسين تجربة المستخدم وتوفير نفاذٍ متساوٍ إلى جميع واجهات المستخدم وإن كان ذلك مع مجموعات مستخدمين مختلفة. كما تقدم الدراسة مراجعة موجزة لقوانين إمكانية النفاذ الرئيسية وإرشادات المطورين في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب والتفاعل بين الإنسان والروبوت. وتكشف المراجعة عن فجوة ملحوظة في قوانين إمكانية النفاذ وإرشادات التفاعل بين الإنسان والروبوت وبالتالي عن الحاجة الملحة لمبادرات وجهود أوسع من السلطات ومجتمع الباحثين وأصحاب المصلحة في الصناعة لصياغة وإطلاق قوانين إمكانية النفاذ وإرشادات المطورين ذات الصلة بمنتجات التفاعل بين الإنسان والروبوت حيث لم يتم العثور على مثل هذه القوانين أو الإرشادات في هذه الدراسة باستثناء مبادرة فردية من قبل المؤلف والتي تتضمن اقتراحاً مخصصاً لمساعدة المطورين في إنشاء واجهات قابلة للنفاذ للروبوتات المساعدة اجتماعياً. كما تناقش هذه الورقة بعض التحديات العملية في مجال تنفيذ إرشادات إمكانية النفاذ في واجهات التفاعل بين الإنسان والحاسوب (HCI) والتفاعل بين الإنسان والروبوت (HRI).

الكلمات الرئيسية: إمكانية النفاذ - قابلية الاستخدام - التصميم الشامل - التفاعل بين الإنسان والحاسوب - التفاعل بين الإنسان والروبوت - إرشادات - القوانين - تجربة المستخدم - الروبوتات المساعدة اجتماعياً.

1. المقدمة

تعرف المنظمة الدولية للمعايير (ISO) مصطلح إمكانية النفاذ للنظام التفاعلي بأنه "قابلية استخدام المنتج أو الخدمة أو البيئة أو المرفق من قبل الأشخاص الذين يتمتعون بأوسع نطاق من القدرات" [1] مما يعني أن جميع مستخدمي الأنظمة يجب أن يكون لديهم تجربة متساوية وأقل تمييزاً أثناء تفاعلهم مع الأنظمة المختلفة. وتعد مصطلحات إمكانية النفاذ والتصميم الشامل وقابلية الاستخدام مصطلحات شائعة الاستخدام على نطاق واسع بغض النظر عن الاختلافات بينها فهي تخدم نفس الغرض. وتختلف المصطلحات الثلاثة بشكل أساسي في أنواع المستخدمين المستهدفين.

لقد ظهرت ضرورة ضمان إمكانية النفاذ لجميع المستخدمين ذوي القدرات والاحتياجات المختلفة في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب (HCI) وبالتالي فإن العديد من البلدان لديها قوانين ولوائح لضمان قضية إمكانية النفاذ. وبالإضافة إلى ذلك فقد تم البحث على نطاق واسع في متطلبات إمكانية النفاذ في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب من قبل الباحثين والصناعة نفسها حيث تم تقديم العديد من الإرشادات والمعايير لمساعدة المصممين والمطورين على إنشاء منتجات قابلة للنفاذ [2]. أما في مجال التفاعل بين الإنسان والروبوت (HRI) وخاصة الروبوتات المساعدة اجتماعياً (SARS) فإنه من الصعب معرفة مدى التزام المصممين والمطورين حالياً بتنفيذ متطلبات إمكانية النفاذ المطلوبة في تصميماتهم. ومن الصعب إعطاء إجابة أكيدة في هذا السياق مقارنة بالوضع في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب بسبب غياب قوانين وإرشادات إمكانية النفاذ المحددة لمجال التفاعل بين الإنسان والروبوت [3]. كما أنه لا يمكن تطبيق أي من إرشادات إمكانية النفاذ الخاصة بالتفاعل بين الإنسان والحاسوب بشكل كامل على تصميم الروبوتات بسبب الاختلافات في مكونات التفاعل المادي وسياق الاستخدام.

تقدم هذه الورقة مراجعة موجزة لمفهوم إمكانية النفاذ مع التركيز على تعريفه ومقارنته بالمفاهيم ذات الصلة التي تُستخدم عادةً في نفس السياق مثل سهولة الاستخدام والتصميم الشامل. حيث يعد فهم التميزات والنقاطات بين هذه المفاهيم الثلاثة أمراً حيوياً لتعزيز ممارسات التصميم بين مطوري (HCI) و(HRI) مما سيحسن تجربة المستخدم نتيجة لذلك. وقد تعمل مثل هذه المقارنات على إثراء الأدبيات وتزويد السياسات والمعايير التي تهدف إلى تحسين الواجهات الرقمية. كما تقدم هذه الورقة نظرة عامة موجزة على قوانين وإرشادات إمكانية النفاذ الحالية ذات الصلة بمجال (HCI) و(HRI) لتحديد القوانين الرئيسية وأي نقص أو فجوات محتملة في هذا الصدد. وقد بني هيكل هذه الورقة على النحو التالي: يقدم القسم 2 تعريفات ومقارنات لمفاهيم إمكانية النفاذ وسهولة الاستخدام والتصميم الشامل. ويقدم القسم 3 مراجعة موجزة لإرشادات وقوانين إمكانية النفاذ الرئيسية في (HCI) و(HRI). ويناقش القسم 4 بعض التحديات العملية في تنفيذ إرشادات إمكانية النفاذ. يحدد القسم 5 أخيراً استنتاجات هذه الدراسة.

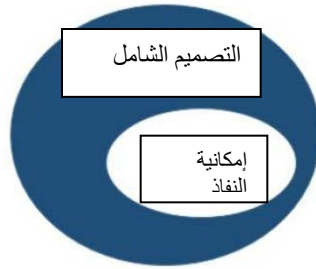
2. إمكانية النفاذ وسهولة الاستخدام والتصميم الشامل

نقوم في هذا القسم بتعريف ومقارنة مفاهيم إمكانية النفاذ وسهولة الاستخدام والتصميم الشامل والتي تُستخدم عادةً في نفس السياق على الرغم من الاختلافات الدقيقة بينها. وتكمن الاختلافات بين هذه المفاهيم في المقام الأول في نوع المستخدمين المستهدفين.

2.1. إمكانية النفاذ والتصميم الشامل

تشير إمكانية النفاذ وفقاً للمنظمة الدولية للمعايير (ISO) [4] إلى "المدى الذي يمكن فيه استخدام المنتجات والأنظمة والخدمات والبيئات والمرافق من قبل الأشخاص في مجموعة سكانية تمتلك أوسع تنوع من احتياجات المستخدمين". وبالتالي تركز إمكانية النفاذ على احتياجات المستخدمين وقدراتهم وكيفية ضمان المساواة في النفاذ بين جميع المستخدمين أثناء تجربتهم.

التصميم الشامل هو مفهوم آخر يستخدم عادة في نفس سياق إمكانية النفاذ. وتصف شركة مايكروسوفت [5] التصميم الشامل المتصل بعملية التصميم التي تركز على المستخدم (UCD) بأنه "منهجية ولدت من البيئات الرقمية وهي تمكن وتستفيد من النطاق الكامل للتنوع البشري". ويعني هذا شمول والتعلم من الأشخاص الذين لديهم مجموعة من الرؤى المتنوعة". ويعرف جون كلاركسون وكولمان (John Clarkson & Coleman) [6] التصميم الشامل بأنه "نهج عام للتصميم يضمن المصممون فيه أن منتجاتهم وخدماتهم تلبي احتياجات أوسع جمهور ممكن بغض النظر عن العمر أو القدرة". ويأخذ التصميم الشامل في الاعتبار قضايا أكثر من إمكانية النفاذ مثل الثقافة والوضع الاقتصادي والموقع الجغرافي. ويتم في بعض الأحيان استخدام مصطلحي التصميم الشامل والتصميم للجميع لنفس المعنى السياقي [7]. إن مفهوم التصميم الشامل أكثر شمولاً من مفهوم إمكانية النفاذ (الشكل 1).



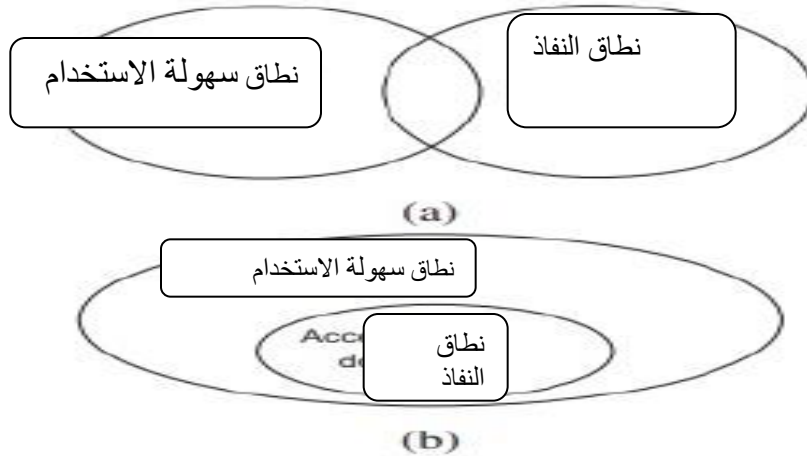
الشكل 1. إمكانية النفاذ مقارنة بالتصميم الشامل [8].

سيتم في القسم التالي تسليط الضوء على الاختلافات بين إمكانية النفاذ وسهولة الاستخدام.

2.2. إمكانية النفاذ وسهولة الاستخدام

تعرف المنظمة الدولية للمعايير سهولة الاستخدام على أنها "المدى الذي يمكن فيه لمستخدمين محددین استخدام نظام أو منتج أو خدمة لتحقيق أهداف محددة بفعالية وكفاءة ورضا في سياق استخدام محدد" [9].

كما تم وضع تعريف آخر لسهولة الاستخدام من قبل معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) والذي يعرف سهولة الاستخدام على أنها "السهولة التي يمكن للمستخدم من خلالها تعلم تشغيل وإعداد المدخلات وتفسير مخرجات نظام أو مكون" [10]. وأشار (Petrie, H., & Bevan, N.) [11] إلى عدم وجود إجماع حول إمكانية النفاذ حيث اقترحت مبادرة إمكانية النفاذ إلى الويب (WAI) [7] اعتبار إمكانية النفاذ كمجموعة فرعية من سهولة الاستخدام مبررة أن إمكانية النفاذ تعتبر فقط لمجموعة فرعية من المستخدمين المتقدمين في السن أو ذوي الإعاقات. واقترحت المنظمة الدولية للمعايير [9] اعتبار سهولة الاستخدام كمجموعة فرعية من إمكانية النفاذ مبررة ذلك بأن إمكانية النفاذ تأخذ في الاعتبار قضايا أكبر نطاق ممكن من المستخدمين بما في ذلك المتقدمين في السن وذوي الإعاقة [11]. وأوضح (Aizpurua et al.) [12] أنه من الصعب تحديد نطاق ومدى العلاقة بين إمكانية النفاذ وسهولة الاستخدام لأن سهولة الاستخدام وإمكانية النفاذ هما صفتان تتفاعلان مع بعضهما البعض. وإذا لم يتم ضمان إمكانية النفاذ وسهولة الاستخدام في مواقع الويب فقد تكون هذه المواقع إما قابلة للنفاذ ولكن يصعب استخدامها أو سهلة الاستخدام ولكن غير قابلة للنفاذ. وقد تناول (Casare et al.) [13] الرابط بين سهولة الاستخدام وإمكانية النفاذ من وجهتي نظر مختلفتين. الأولى هي المفاهيم التكميلية التي تتفق مع وجهة نظر (Aizpurua et al.) [12] مع اعتبار سهولة الاستخدام وإمكانية النفاذ مفهومي متكاملين. أما وجهة النظر الثانية فهي تقديم إمكانية النفاذ كفئة فرعية من سهولة الاستخدام بما يتفق مع وجهة نظر مبادرة إمكانية النفاذ إلى الويب (WAI) [7]. ويوضح الشكل 2 الارتباط بين سهولة الاستخدام وإمكانية النفاذ وفقاً لـ (Casare et al.) [13].



الشكل 2. إمكانية النفاذ مقارنة بسهولة الاستخدام: (A) كمفاهيم تكميلية و(B) اعتبار إمكانية النفاذ كفئة فرعية [13].

يقدم القسمان التاليان مراجعة موجزة لقوانين إمكانية النفاذ الرئيسية وإرشادات المطورين في مجالات التفاعل بين الإنسان والحاسوب (HCI) و التفاعل بين الإنسان والروبوت (HRI).

3. إرشادات وقوانين إمكانية النفاذ

تم تحديد نطاق هذه المراجعة القصيرة للتركيز على إرشادات وقوانين إمكانية النفاذ الحالية في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب والتفاعل بين الإنسان والروبوت والتي تغطي مكون التفاعل بين البرامج والأجهزة. وقد تم استخدام محرك بحث جوجل بالإضافة إلى قواعد البيانات (IEEE xplore) ومكتبة (ACM) الرقمية باحث جوجل (Google Scholar) في هذا البحث. وفي حين تم العثور على العديد من إرشادات وقوانين إمكانية النفاذ الخاصة بالتفاعل بين الإنسان والحاسوب لم يتم العثور على أي إرشادات أو قوانين من هذا القبيل في مجال التفاعل بين الإنسان والروبوت.

3.1. قوانين ولوائح إمكانية النفاذ في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب والتفاعل بين الإنسان والروبوت

لقد لعبت تكنولوجيا المعلومات دورًا رئيسيًا في الأنشطة اليومية للبشر وبالتالي ظهرت ضرورة ضمان إمكانية النفاذ لجميع المستخدمين ذوي القدرات والاحتياجات المختلفة وأصدرت العديد من البلدان والمنظمات قوانين وقرارات لضمان قضية إمكانية النفاذ. نقدم في هذا البحث مراجعة لقوانين ولوائح وتشريعات إمكانية النفاذ الرئيسية في بلدان مختلفة ومنظمات دولية أو إقليمية. وقد اقتصر البحث على قانونين أو لائحتين أو تشريعين لإمكانية النفاذ لكل دولة أو منظمة كحد أقصى. ويقتصر البحث أيضًا على القوانين واللوائح والتشريعات التي توفر صراحةً إمكانية النفاذ إلى التفاعل بين الإنسان والحاسوب. وتحتوي العديد من القوانين على مواد يمكن تفسيرها واستخدامها ضمناً من أجل إمكانية النفاذ إلى التفاعل بين الإنسان والروبوت.

على مستوى الدول:

بالنسبة للتفاعل بين الإنسان والحاسوب فإن الولايات المتحدة الأمريكية لديها المادة 508 [14] وهو قانون يطلب من جميع الوكالات الفيدرالية ضمان النفاذ إلى تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) في جميع الوكالات الفيدرالية مثل أجهزة الكمبيوتر ومواقع الويب وآلات النسخ والطابعات وما إلى ذلك للأشخاص ذوي الإعاقة [15]. ويتمثل قانون إمكانية النفاذ الآخر في الولايات المتحدة في المادة 255 من قانون الاتصالات المخصص لصناعة الاتصالات مثل جميع أنواع الهواتف بما في ذلك الهواتف المحمولة والفاكسات وأجهزة الكمبيوتر المزودة بأجهزة مودم وما إلى ذلك [16].

ويطلب قانون المساواة لعام 2010 [17] في المملكة المتحدة ضمان إمكانية النفاذ إلى مواقع الويب للأشخاص ذوي الإعاقة بينما تضمن لائحة إمكانية النفاذ للهيئات العامة (مواقع الويب وتطبيقات الهاتف المحمول) (رقم 2) لعام 2018 [18] على إمكانية النفاذ إلى التطبيقات المحمولة ومواقع الويب. وبالمثل فإن (UNE 139803:2012) [19] هي لائحة إسبانية تهدف إلى ضمان إمكانية النفاذ إلى محتوى الويب.

بالإضافة إلى ذلك تشمل قوانين إمكانية النفاذ الرقمي في ألمانيا القانون الألماني بشأن تكافؤ الفرص للأشخاص ذوي الإعاقة (BGG) [20] وقانون تكنولوجيا المعلومات الخالية من العوائق (BITV) [21]. كما تمتلك الصين قانون حماية الأشخاص ذوي الإعاقة لعام 1990 [22] والذي ينص على تطوير وتنفيذ المعدات التي تخفف من الصعوبات التي يواجهها الأشخاص ذوو الإعاقة.

وقد تم إصدار مرسوم القانون رقم (83 / 2018) [23] في البرتغال كأمر توجيهي وطني يتطلب إمكانية النفاذ إلى الويب والتطبيقات المحمولة لجميع المستخدمين. وبالمثل فإن قرار جودان (Jodhan 2012/2010) [24] وسياسة الاتصالات والهوية الفيدرالية [25] هي سياسات في كندا تتطلب إمكانية النفاذ إلى الويب. وعلى نحو مماثل فإن لدى الهند السياسة الوطنية بشأن إمكانية النفاذ الإلكتروني الشامل [26] والتي تغطي قضايا إمكانية النفاذ إلى الإلكترونيات ومنتجات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. ولدى فرنسا قانون بشأن إمكانية النفاذ إلى جميع خدمات الاتصالات العامة عبر الإنترنت في البلاد وهو القانون رقم (102-2005) المادة (47) [27]. وعلى المستوى الإقليمي والدولي فقد وافق البرلمان الأوروبي على الأمر التوجيهي (2016 / 2102) [28] للاتحاد الأوروبي وهو توجيه يغطي بشكل أساسي إمكانية النفاذ إلى مواقع الويب والتطبيقات المحمولة. كما أطلقت الأمم المتحدة اتفاقية الأمم المتحدة لحقوق الأشخاص ذوي الإعاقة [29]. وتهتم هذه الاتفاقية بحماية حقوق الأشخاص ذوي الإعاقة في العديد من المجالات بما في ذلك النفاذ إلى المعلومات. ويوضح الجدول 1 القوانين واللوائح والتشريعات الرئيسية المتعلقة بإمكانية النفاذ إلى المعلومات والتي تم العثور عليها في هذا البحث.

الجدول 1. قوانين ولوائح وتشريعات النفاذ الرئيسية في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب

#	قوانين ولوائح وتشريعات النفاذ	النطاق	البلد / جهة الإصدار
1	المادة 508	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مثل أجهزة الكمبيوتر والمواقع	الولايات المتحدة الأمريكية
2	المادة 255 من قانون الاتصالات	صناعة الاتصالات مثل جميع أنواع الهواتف والفاكسات وأجهزة الكمبيوتر المزودة بمودم.	
3	قانون المساواة 2010	إمكانية النفاذ إلى مواقع الويب	المملكة المتحدة
4	لائحة إمكانية النفاذ للهيئات العامة (رقم 2) لعام 2018	تطبيقات الهاتف المحمول ومواقع الويب	
5	UNE 139803:2012	محتوى الويب	إسبانيا
6	القانون الألماني بشأن تكافؤ الفرص للأشخاص ذوي الإعاقة (BGG)	إمكانية النفاذ الرقمي	ألمانيا

7	قانون تكنولوجيا المعلومات الخالصة من العوائق (BITV)	إمكانية النفاذ الرقمي	ألمانيا
8	قانون حماية الأشخاص ذوي الإعاقة لعام 1990	تطوير وتنفيذ المعدات التي تخفف من الصعوبات التي يواجهها الأشخاص ذوو الإعاقة	الصين
9	مرسوم القانون رقم (83 /2018)	تطبيقات الويب والهاتف المحمول	البرتغال
10	قرار جودان (2012/2010 Jodhan)	إمكانية النفاذ إلى مواقع الويب	كندا
11	سياسة الاتصالات والهوية الفيدرالية		
12	السياسة الوطنية بشأن النفاذ الإلكتروني الشامل	منتجات الإلكترونيات وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات	الهند
13	القانون رقم (102-2005) المادة (47)	خدمات الاتصالات العامة عبر الإنترنت في الدولة	فرنسا
14	وافق البرلمان الأوروبي على الأمر التوجيهي (2016 /2102)	مواقع الويب وتطبيقات الهاتف المحمول	الاتحاد الأوروبي
15	اتفاقية الأمم المتحدة لحقوق الأشخاص ذوي الإعاقة	النفاذ إلى المعلومات	الأمم المتحدة

لم نجد في هذه المراجعة القصيرة أي قوانين أو لوائح أو تشريعات تتعلق بالتفاعل بين الإنسان والروبوت لا على مستوى البلدان ولا على المستوى الدولي.

3.2 إرشادات ومعايير إمكانية النفاذ في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب والتفاعل بين الإنسان والروبوت

يقدم هذا القسم مراجعة لإرشادات ومعايير النفاذ الرئيسية في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب والتفاعل بين الإنسان والروبوت. وكان التركيز على إرشادات أو معايير الشركات المعروفة ومنظمات إمكانية النفاذ حيث لوحظ أن العديد من البلدان لديها سياسات للامتثال لمثل هذه الإرشادات والمعايير. ففي المملكة المتحدة على سبيل المثال تم استبدال معايير (BS 8878) [30] لإمكانية النفاذ إلى الويب بمعيار الأيزو (ISO 30071-1) [31].

قامت رابطة الشبكة العالمية (W3C) بتقديم إرشادات متنوعة حول إمكانية النفاذ مثل إرشادات النفاذ إلى محتوى الويب (WCAG 2.2) [32] لكل من الويب والمحتوى غير المتعلق بالويب وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات إضافة إلى إرشادات النفاذ إلى وكيل المستخدم (UAAG 2.0) [33] لوكلاء المستخدم الذين يعرضون محتوى الويب مثل المتصفحات ومشغلات الوسائط وما إلى ذلك وإرشادات النفاذ إلى أداة التأليف

(WAI-ARIA (ATAG 2.0) [34] ومبادرة النفاذ إلى الويب - تطبيقات الإنترنت الغنية القابلة للنفاذ (WAI-ARIA) 1.2. [35].

وتساعد هذه الإرشادات المؤلفين على تحديد المعنى الدلالي المناسب لمحتوى الويب وبالتالي السماح للتكنولوجيا المساعدة بتقديم سلوكيات واجهة المستخدم والمعلومات البنيوية للمستخدمين. وتعد إرشادات النفاذ الخاصة التي أطلقتها رابطة الشبكة العالمية إرشادات شاملة لأنها تأخذ في الاعتبار العديد من مكونات الويب مثل محتوى الويب ووكلاء المستخدم وأدوات التأليف والتكنولوجيا المساعدة. وتُقدّم الرابطة هذه الإرشادات للمهتمين جنباً إلى جنب مع أنواع أخرى من مستندات الدعم مثل معايير النجاح التي تعمل كقائمة مراجعة سريعة والتقنيات وأفضل الممارسات ومستندات وأمثلة تشرح كيفية تطبيق إمكانية النفاذ لمزيد من الفهم والتوجيه الإضافي. كما تحتوي الإرشادات على نموذج مستوى التوافق الذي يبدأ بـ "A" وهو المستوى الأساسي لإمكانية النفاذ و"AA" المستوى المتوسط انتهاءً بـ "AAA" الذي يمثل المستوى الأعلى لإمكانية النفاذ.

إن إرشادات (Funka Nu) [36] هي إرشادات إمكانية النفاذ لواجهات الهاتف المحمول التي أطلقتها شركة الاستشارات السويدية لإمكانية النفاذ وتجربة المستخدم. ويتم تقديم هذه الإرشادات في وثيقة واحدة مع وصف موجز لكل منها. وتعالج قوائم التحقق من إمكانية النفاذ الخاصة بشركة (IBM) [37] مشكلات إمكانية النفاذ من منظور البرامج والأجهزة مثل الويب والبرامج غير المرتبطة بالويب والتوثيق وتصميم الأجهزة القابلة للنفاذ مثل أجهزة الكمبيوتر الشخصية والخوادم والطابعات وما إلى ذلك.

كما قدمت شركة آبل (Apple) إرشادات إمكانية النفاذ الخاصة بها [38] لتصميم وتنفيذ التطبيقات القابلة للنفاذ التي تعمل على منصاتها. ويتم دعم إرشادات إمكانية النفاذ الخاصة بالشركة بالموارد والوثائق التي تتضمن وصفاً لكل منها مع مصادر تعليمية إضافية وترميز وأمثلة رسومية أيضاً. وبالمثل يقدم مطورو أندرويد (Android) [39] إرشادات إمكانية النفاذ الخاصة بهم لتطبيقات الأندرويد. ويتم تقديم هذه الإرشادات جنباً إلى جنب مع أمثلة الترميز والرسوم البيانية والموارد الإضافية (الروابط) لتقديم المزيد من التوضيحات.

لقد قام كل من معهد معايير الاتصالات الأوروبي (ETSI) واللجنة الأوروبية للمعايير (CEN) واللجنة الأوروبية للمعايير الكهروتقنية (CENELEC) بتطبيق إرشادات النفاذ (EN 301 549) [40] وهي مجموعة من إرشادات إمكانية النفاذ لمنتجات وخدمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. ويتم شرح هذه الإرشادات في وثيقة إلى جانب إجراءات الاختبار ومنهجية التقييم. كما اعتمدت أحدث نسخة من هذه الإرشادات إرشادات النفاذ إلى محتوى الويب (WCAG 2.1) [41]. ويتم دعم هذه الإرشادات ببعض الأمثلة الرسومية بالإضافة إلى الإشارة إلى التقارير الفنية والمنظمة الدولية للمعايير (ISO) وإرشادات النفاذ إلى محتوى الويب (WCAG 2.1) كوثائق دعم يمكن أن تساعد في تنفيذ إرشادات إمكانية النفاذ.

كما نفذت المنظمة الدولية للمعايير (ISO) معايير (ISO / IEC 30071-1) [31] لتطوير إمكانية النفاذ لأنظمة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مثل واجهات الهاتف المحمول ومواقع الويب ووسائل التواصل

الاجتماعي والتطبيقات القابلة للارتداء وما إلى ذلك من خلال تبني سياسات إمكانية النفاذ وإدراج قرارات إمكانية النفاذ في دورة حياة أنظمة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بدءًا من تنفيذ العمليات وشرائها وتركيبها وانتهاءً بعملية الصيانة. ويوضح الجدول 2 إرشادات أو معايير إمكانية النفاذ الرئيسية الموجودة في هذا البحث.

الجدول 2. الإرشادات والمعايير الرئيسية لإمكانية النفاذ في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب.

#	قوانين ولوائح وتشريعات النفاذ	النطاق	البلد / جهة الإصدار
1	إرشادات النفاذ إلى محتوى الويب (WCAG 2.2)	الويب والمحتوى غير المتعلق بالويب وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات. مثل أجهزة الكمبيوتر المكتبية والأجهزة اللوحية وأجهزة الكمبيوتر المحمولة والهواتف المحمولة.	رابطة الشبكة العالمية
2	إرشادات النفاذ إلى وكيل المستخدم (UAAG 2.0)	وكلاء المستخدم مثل المتصفحات ومشغلات الوسائط والقارئات وما إلى ذلك	
3	إرشادات النفاذ إلى أداة التأليف (ATAG 2.0)	أدوات التأليف للمطورين والمستخدمين مثل أدوات تأليف صفحات الويب والوسائط المتعددة.	
4	مبادرة النفاذ إلى الويب - تطبيقات الإنترنت الغنية القابلة للنفاذ (WAI-ARIA 1.2)	المعنى الدلالي لمحتوى الويب.	
5	Funka Nu	الواجهات والتطبيقات المحمولة.	شركة الاستشارات السويدية لإمكانية النفاذ وتجربة المستخدم
6	IBM	-البرمجيات. مثل الويب والبرامج غير المتصلة بالويب والوثائق -الأجهزة. مثل أجهزة الكمبيوتر الشخصية والخوادم والطابعات.	IBM
7	إرشادات إمكانية النفاذ الخاصة بشركة (Apple) لتطبيقاتها	لجميع تطبيقات Apple (البرامج) التي تعمل على منصات Apple المختلفة.	أبل (Apple)
8	إرشادات إمكانية النفاذ لمطوري أندرويد	تطبيقات أندرويد (البرامج)	مطورو أندرويد / جوجل
9	EN 301 549	منتجات وخدمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. مثل تطبيقات الويب والجوال والأجهزة وما إلى ذلك	معهد معايير الاتصالات الأوروبي (ETSI) واللجنة الأوروبية للمعايير (CEN) واللجنة الأوروبية للمعايير الكهروتقنية (CENELEC)
10	ISO/IEC 30071-1:2019	منتجات وخدمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات	المنظمة الدولية للمعايير (ISO)

لقد قام الباحثون والعاملون في هذه الصناعة باكتشاف متطلبات إمكانية النفاذ في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب على نطاق واسع. حيث تم تقديم العديد من الإرشادات والمعايير لدعم المصممين والمطورين في الترميز وإنشاء واجهات قابلة للنفاذ. ومع ذلك فإن قابلية تطبيق هذه الإرشادات على تصميم واجهات الروبوتات تبقى محدودة بسبب التفاوت في المكونات المادية وسياق الاستخدام. ولم يتم العثور في هذه المراجعة القصيرة على إرشادات أو معايير أو توصيات لإمكانية النفاذ في مجال التفاعل بين الإنسان والروبوت على الرغم من العمل الذي قدمته المؤلفه نفسها حيث اقترحت إرشادات لإمكانية النفاذ في مجال التفاعل بين الإنسان والروبوت تركز بشكل أساسي على الروبوتات المساعدة اجتماعيًا (SARs) [3]. ويناقش القسم التالي العديد من التحديات العملية التي قد تعيق تنفيذ إرشادات إمكانية النفاذ.

4. التحديات العملية أمام تنفيذ إرشادات إمكانية النفاذ

يواجه تنفيذ إرشادات إمكانية النفاذ الموجودة حالياً العديد من التحديات. فمن الناحية الفنية، قد يواجه المصممون والمطورون صعوبة في فهم بعض وثائق إرشادات إمكانية النفاذ الطويلة والموسعة. كما قد يكون دمج ميزات إمكانية النفاذ في الأنظمة والأجهزة الرقمية الحالية التي تم تطويرها في البداية دون مراعاة مبادئ إمكانية النفاذ أمراً صعباً. أضف إلى ذلك أن تطوير واجهات قابلة للنفاذ للمستخدمين ذوي القدرات والاحتياجات المتنوعة يمكن أن يزيد من تعقيد النظام وقد يؤدي إلى إبطاء الأداء.

وبالإضافة إلى التحديات الفنية فإن هناك عوامل أخرى تتصل بالتكلفة. حيث أن تبني إمكانية النفاذ في تنفيذ واجهات التفاعل بين الإنسان والحاسوب والتفاعل بين الإنسان والروبوت يتطلب أشخاصاً متخصصين وأدوات لتصميم وتطوير واختبار هذه الواجهات مما قد يزيد من الوقت والتكلفة المطلوبة للتطوير. وقد تكون أدوات تقييم إمكانية النفاذ مجانية ومفتوحة المصدر سواء كانت أداة آلية مثل أدوات تقييم إمكانية النفاذ إلى الويب (WAVE) [42] أو من خلال استخدام نماذج اللغة الكبيرة (LLM) كما في [43].

يشكل الافتقار إلى الوعي بأهمية إمكانية النفاذ بين المطورين جنباً إلى جنب مع التدريب غير الكافي تحديات أخرى يمكن أن تؤثر على عملية تطوير الواجهات القابلة للنفاذ. كما يخلق غياب أو عدم وجود قوانين وتشريعات في بعض البلدان حواجز أمام ضمان تلبية معايير إمكانية النفاذ أثناء عملية تطوير المنتجات الرقمية [44] حيث قد يقلل المطورون أو المنظمات من أولوية تنفيذ ميزات إمكانية النفاذ.

5. الخاتمة

تتناول هذه المراجعة الموجزة المقدمة في هذه الورقة إمكانية النفاذ في مجال واجهات التفاعل بين الإنسان والحاسوب والتفاعل بين الإنسان والروبوت فيما يتعلق بالتحليل المقارن للمفاهيم ذات الصلة والإرشادات

والقوانين الحالية للمصممين والمطورين. وتعتبر إمكانية النفاذ وسهولة الاستخدام والتصميم الشامل مفاهيم مترابطة تُستخدم عادةً للإشارة إلى نفس السياق. ومن الصحيح أن هذه المفاهيم تشترك في الهدف الشامل المتمثل في تحسين تجربة المستخدم بشكل عام بالإضافة إلى توفير نفاذٍ متساوٍ إلى واجهات المستخدم إلا أن الاختلافات بين هذه المفاهيم تكمن في المقام الأول في نوع المستخدمين المستهدفين. لقد تمت مراجعة قوانين ولوائح وقوانين إمكانية النفاذ على مستوى البلدان والمستويات الدولية بإيجاز في هذه الدراسة. كما تم تناول خمسة عشر قانوناً ولوائح وقوانين حول إمكانية النفاذ بالإضافة إلى تحديد نطاق كل منها. وقد تبينت هذه القوانين من حيث الجوانب التي قامت بتغطيتها من مكون التفاعل بين البرامج أو الأجهزة. ولم يتم خلال هذه المراجعة العثور على أي تشريعات أو لوائح أو قوانين لإمكانية النفاذ في مجال التفاعل بين الإنسان والروبوت. كما تم تقديم عشرة إرشادات ومعايير إمكانية النفاذ في مجال التفاعل بين الإنسان والحاسوب جنباً إلى جنب مع نطاق ومالك كل منها. بينما لم يتم العثور على إرشادات أو معايير أو توصيات لإمكانية النفاذ في مجال التفاعل بين الإنسان والروبوت على الرغم من العمل الذي اقترحه المؤلف.

يسلط هذا الوضع الضوء على الحاجة الملحة إلى بذل جهود ومبادرات أوسع نطاقاً من جانب السلطات والأوساط الأكاديمية والعمليين في هذه الصناعة لوضع قوانين وإرشادات أكثر شمولاً بشأن إمكانية النفاذ وخاصة فيما يتعلق بمجال التفاعل بين الإنسان والروبوت. كما أنه من الأهمية بمكان رفع مستوى الوعي بين جميع أصحاب المصلحة حول التأثير الكبير لإمكانية النفاذ وتوفير التدريب للمصممين والمطورين وتخصيص الموارد اللازمة لتشجيع ممارسات إمكانية النفاذ في أي مشروع.

شكر وتقدير. إن بعض أقسام هذا العمل مستمدة من أطروحة الدكتوراه للمؤلف والتي تتوفر على الموقع الإلكتروني التالي:

(<https://e-archivo.uc3m.es/rest/api/core/bitstreams/be521cfd-7ed4-43ec-ab01-ab82b6eb5c84/content>).

المراجع

- [1] ISO. (2008). *Ergonomics of human-system interaction — Part 171 : Guidance on software accessibility*. International Organization. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-171:ed-1:v1:en>.
- [2] Qbilat, M., & Iglesias, A. (2018). Accessibility guidelines for tactile displays in human-robot interaction. A comparative study and proposal. In *Computers Helping People with Special Needs: 16th International Conference, ICCHP 2018, Linz, Austria, July 11-13, 2018, Proceedings, Part II 16* (pp. 217-220). Springer International Publishing.

- [3] Qbilat, M., Iglesias, A., & Belpaeme, T. (2021). A proposal of accessibility guidelines for human-robot interaction. *Electronics*, 10(5), 561.
- [4] ISO. (2019). *ISO/IEC 30071-1:2019(en), Information technology — Development of user interface accessibility — Part 1: Code of practice for creating accessible ICT products and services*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:30071:-1:ed-1:v1:en>.
- [5] Microsoft. (2021). *Microsoft Design*. Microsoft. <https://www.microsoft.com/design/inclusive/>.
- [6] John Clarkson, P., & Coleman, R. (2015). History of inclusive design in the UK. *Applied Ergonomics*, 46(PB), 235–247. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.03.002>.
- [7] Rush, S., & EOWG. (2016). *Accessibility, Usability, and Inclusion | Web Accessibility Initiative (WAI) | W3C*. W3C Wai. <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-usability-inclusion/>.
- [8] Al-Qbilat, M. M. I. (2022). Accessibility requirements for human-robot interaction for socially assistive robots. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94274-2_29.
- [9] ISO/IEC. (2018). *ISO 9241-11:2018(en), Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts*. Iso. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>.
- [10] Ieee. (1990). IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. In *Office* (Vol. 121990, Issue 1). <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.1990.101064>.
- [11] Petrie, H., & Bevan, N. (2009). The evaluation of accessibility, usability, and user experience. In *The Universal Access Handbook* (pp. 20-1-20–16). <https://doi.org/10.1201/9781420064995-c20>.
- [12] Aizpurua, A., Harper, S., & Vigo, M. (2016). Exploring the relationship between web accessibility and user experience. *International Journal of Human Computer Studies*, 91, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.03.008>.
- [13] Casare, A. R., Da Silva, C. G., Martins, P. S., & Moraes, R. L. O. (2016). Usability heuristics and accessibility guidelines: A comparison of heuristic evaluation and WCAG. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing, 04-08-Apri*, 213–215. <https://doi.org/10.1145/2851613.2851913>.
- [14] *IT Accessibility Laws and Policies | Section508.gov*. (n.d.). Retrieved July 30, 2020, from <https://www.section508.gov/manage/laws-and-policies>.
- [15] U.S. Access Board. (2021). *Revised 508 Standards and 255 Guidelines*. <https://www.access-board.gov/ict/>.
- [16] Govoni, N. A. (2012). Telecommunications Act. In *Dictionary of Marketing Communications*. <https://doi.org/10.4135/9781452229669.n3639>.
- [17] HM Government. (2010). Equality Act 2010. In *The Stationery Office Crown Copyright. Statute Law Database*. [https://doi.org/ISBN 978-0-10-541510-7](https://doi.org/ISBN%20978-0-10-541510-7).
- [18] UK Statutory Instruments. (2018). The Public Sector Bodies (Websites and Mobile Applications) (No. 2) Accessibility Regulations. *Legislation.Gov.Uk*, 2, 2021.
- [19] *UNE 139803: 2012*. (2012). <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0049614>.
- [20] *BGG*. (2002). <http://www.gesetze-im-internet.de/bgg/BJNR146800002.html>.
- [21] *BITV 2.0*. (2011). https://www.gesetze-im-internet.de/bitv_2_0/BJNR184300011.html.
- [22] NATLEX database. (1990). *CHINA. LAW ON THE PROTECTION OF DISABLED PERSONS, 1990*. <https://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/WEBTEXT/31906/64869/E90CHN01.htm>.

- [23] *Decreto-Lei 83/2018, 2018-10-19 - DRE.* (2018). <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/116734769/details/maximized>.
- [24] *Home | Canadian Internet Policy and Public Interest Clinic (CIPPIC) - Canadian Internet Policy and Public Interest Clinic (CIPPIC).* (n.d.). Retrieved November 4, 2011, from <http://www.cippic.ca/>.
- [25] Canada. (2016). *Policy on Communications and Federal Identity and Directive on the Management of Communications.* Treasury Board of Canada Secretariat. http://news.gc.ca/web/article-en.do?nid=1064269&_ga=1.128207116.1668809937.1476978133.
- [26] PIB. (2013). *National Policy on Universal Electronic Accessibility: PIB.* <https://pib.gov.in/newsite/printrelease.aspx?reid=99845>.
- [27] Leplège, A., & Welniarz, B. (2015). *La loi du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées... dix ans après.* Perspectives Psy. <https://doi.org/10.1051/ppsyp/2015544293>.
- [28] European Parliament. (2016). *EUR-Lex - 32016L2102 - EN - EUR-Lex.* Directive (EU) 2016/2102 of the European Parliament and of the Council of 26 October 2016 on the Accessibility of the Websites and Mobile Applications of Public Sector Bodies. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1596098310471&uri=CELEX:32016L2102>.
- [29] United Nations. (2020). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities (CRPD) | United Nations Enable.* Department of Economic and Social Affairs Division for Inclusive Social Development. <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html>.
- [30] Bsi. (2012). *BS 8878 is a code of practice to ensure your websites are accessible for all web users.* <https://shop.bsigroup.com/products/web-accessibility-code-of-practice?pid=000000000030180388>.
- [31] ISO/IEC 30071-1. (2019). *ISO/IEC 30071-1:2019 Information technology - Development of user interface accessibility - Part 1: Code of practice for creating accessible ICT products and services.* Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:30071:-1:ed-1:v1:en>.
- [32] *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2.* (n.d.). Retrieved May 21, 2024, from <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>.
- [33] *User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) Overview | Web Accessibility Initiative (WAI) | W3C.* (n.d.). Retrieved May 21, 2024, from <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/uaag/#user-agent-accessibility-guidelines-uaag>.
- [34] *Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) Overview | Web Accessibility Initiative (WAI) | W3C.* (n.d.). Retrieved May 21, 2024, from <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/atag/>.
- [35] *WAI-ARIA Overview | Web Accessibility Initiative (WAI) | W3C.* (n.d.). Retrieved May 21, 2024, from <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/aria/>.
- [36] *Mobile guidelines - Funka.* (n.d.). Retrieved February 26, 2020, from <https://www.funka.com/en/our-assignments/research-and-innovation/archive---research-projects/mobile-guidelines/>.
- [37] IBM. (2014). *IBM Human Ability and Human Ability and Accessibility Center | Developer guidelines | Documentation checklist.* <https://www.ibm.com/able/guidelines/hardware/accesshardware.html>.

- [38] Apple. (n.d.). Accessibility on iOS - Apple Developer. *Accessibility on IOS - Apple Developer*. Retrieved October 30, 2021, from <https://developer.apple.com/accessibility/ios/>.
- [39] Google. (2020). *Build more accessible apps - Android Developers*. <https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility>.
- [40] ETSI org. (2018). *ETSI - Welcome to the World of Standards!* Etsi.Org. <https://www.etsi.org/>.
- [41] Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. (n.d.). Retrieved April 30, 2024, from <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>.
- [42] WAVE *Web Accessibility Evaluation Tools*. (n.d.). Retrieved May 21, 2024, from <https://wave.webaim.org/>.
- [43] Othman, A., Dhouib, A., & Nasser Al Jabor, A. (2023, July). Fostering websites accessibility: A case study on the use of the Large Language Models ChatGPT for automatic remediation. In *Proceedings of the 16th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments* (pp. 707-713).
- [44] Al-Jabir, M. (2023). The Importance of Digital Accessibility Policies in Promoting Inclusivity and Diversity. *Nafath*, 8(23).