مجلة العلوم الهندسية وتكنولوجيا المعلومات
العدد الرابع – المجلد الثاني
ديسمبر 2018 م
ISSN: 2522-3321

المجلة العربية للعلوم و نشر الأبحاث
Arab Journal of Sciences & Research Publishing
AJSRP

تطوير نظام جديد لأكواد التحقق للمستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية الناطقين باللغة العربية

محمد بدوي مصطفي[1] طلعت محي الدين وهبي[2] السماني عبد المطلب أحمد[1]

1. قسم علوم الحاسوب || كلية علوم الحاسوب وتقانة المعلومات || جامعة النيلين || السودان
2. قسم علوم الحاسوب || كلية علوم الحاسوب وتقانة المعلومات || جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا || السودان

الملخص: تقنية أكواد التحقق (CAPTCHA) هي اختبار تُوضع أسئلته بواسطة الحاسب وبإمكانه تصحيح إجابات أسئلة الاختبار ولكنه لا يستطيع حل هذه الأسئلة وتستخدم هذه التقنية للتمييز بين الإنسان والآلة، ولها عدة أنواع. في هذه الدراسة تم تطوير نظام أكواد تحقق جديد يعتمد على التفاعل الصوتي لمستخدمي تطبيقات الإنترنت وتستخدِم تقنيات التعرف على الكلام أو تمييز الكلام (Speech Recognition)، وذلك لأن إصدار الكلمات وانتاجها ونطقها هي مهمة البشر في العادة أما الآلات فلا تمتلك السلاسة والدقة في إجراءها كما هو الحال لدي البشر. كما يعتمد نظام كود التحقق الجديد على تعقيدات تقنيات تحويل الصوت إلى نص بعد نطقه من المستخدم لكن القوة في التقنية الجديدة تكمُن في أن تلك الأوامر الصوتية من المستخدم يجب أن يسبقها أولاً سماع المستخدم لها بعد توليدها بصورة عشوائية من قاعدة بيانات النظام، ثم بعد ذلك يقوم نفس المستخدم بإعادة نطق تلك الكلمات مما يعطي عملية التحقق قوة مزدوجة. يركز هذا العمل على تطوير تكنلوجيا التحقق اعتمادا على أساليب الإدراك الغير معاقة والمُعافاة للمستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية.

في هذه الورقة دراسة تعتمد على مشاركة عدد من ذوي الإعاقات البصرية بمختلف أنواعها والذين يستخدمون تقنيات قارئات الشاشة بأنواعها المختلفة في اختبارات لقياس الأداء (Performance) واختبارات سهولة الاستخدام (Usability) لنظم أكواد التحقق المستخدمة حالياُ ونظام أكواد التحقق الجديد وقد أظهرت نتائج الاختبارات ارتفاع مستوى اجتياز أسئلة التحقق بنسبة تجاوزت 70%. وتقليص الوقت المستنفذ للوصول إلى محتوى الويب المحمي بأكواد التحقق بنسبة تجاوزت 95% بعد استخدام التقنية الجديدة المقترحة للتحقق في مواقع الويب.

الكلمات المفتاحية: الاختبارات، التأمين، التفاعلية، سهولة الاستخدام، العوامل البشرية، قابلية الوصول.

1. المقدمة

يُعتبر كود التحقق آلية فحص يجب على مستخدم تطبيق الويب اجتيازه لكي يحصل على خدمات الموقع والهدف الأساسي لهذه الآلية هو التأكد من أن المستخدم الذي يتفاعل مع محتوي صفحة الويب أنه إنسان وليس آلة أو برمجية تقوم بعملية التفاعل مع صفحة الويب أوتوماتيكياً (Luo & Boutell, 2005).

وبالتالي تساعد على منع هجمات كل من الهاكرز وسارقي المعلومات وتطبيقات (SPAM) والتي من شأنها أن تكرر شيئاً محدداً من طرف مبرمجيها.

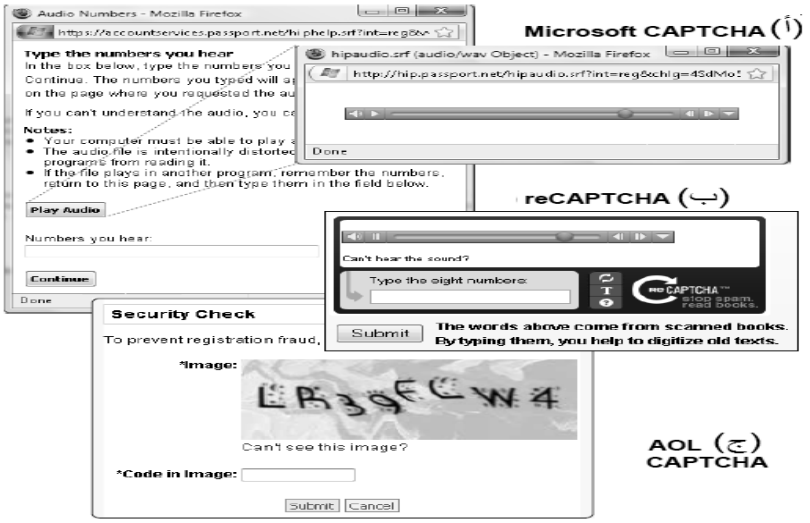
لكود التحقق عدة استخدامات على مواقع الويب مثل استخدامها لحماية عمليات استطلاع الرأي التي تجري على مواقع الإنترنت فاستطلاع الرأي بدون استخدام كود التحقق يمكن أن يكون غير دقيق للأسباب التي ذكرناها سابقاً في الهدف من استخدامها، وأيضاً في نماذج التسجيل مثل تلك النماذج الموجودة على مواقع مزودات خدمة البريد الإلكتروني وغيرها من المواقع الخدمية التي يطلُب التطبيق من المستخدمين ملئ بياناتهم لإنشاء حساب في الموقع أو لإجراء عمليات على أساس تلك البيانات وبالتالي تحمي التقنية من إنشاء حسابات وهمية .(Shi, 2006)

معظم نظم أكواد التحقق (CAPTCHA) تعتمد على الفحص البصري وذلك لأن الحاسوب يفتقد للطريقة التي يفكر بها الإنسان، فالإنسان عندما ينظر للشكل يلتقط تفاصيل لتلك الصورة بسهولة وسرعة وسلاسة لا يستطيع الحاسب أن يقوم بها وذلك لأن عقل البشر يرسم صور خيالية للأشكال والنماذج حتي وإن لم تكن موجودة فيمكننا أن نرى أشكالاً هندسية في السماء عندما نرى النجوم وأحياناً نرى نماذج وأشكال عندما نرى السحب، هذه الرسومات والنماذج والاشكال هي نتاج عمل أدمغتنا في محاولة من الدماغ البشري لربط معلومات من الأشكال والنماذج التي تراها العين في الأساس، وبالتالي نجد أن تقنية كود التحقق (CAPTCHA) التي تعتمد على الفحص البصري والتي سردنا كيفية عملها لا يمكن الوصول إليها والتفاعل معها من قِبل ضعاف البصر أو المعاقين بصرياً كالمصابين بعمي الألوان وضعاف البصر والعمى الليلي وغيرها من الإعاقات البصرية.

ومع الأخذ في الاعتبار أن بعض أكواد التحقق تضيف ميزة الصوت حيث تقوم بإصدار صوتي لمجموعة من الحروف مع وجود خلفية صوتية مثل الضجيج لإضافة تشويش على الصوت .(Schlaikjer, 2007) ولكن نجد أن من الصعوبة بمكان لذوي الإعاقات البصرية التفاعل مع تلك الواجهة لأنها تعتمد على نفس عملية الفحص البصري من حيث المحتوي المدخل من قبل المستخدم، بمعني آخر المستخدم من ذوي الإعاقات البصرية بعد سماعه لكود التحقق (CAPTCHA) يحتاج لمهارات التفاعل البصري لإدراج الكلمة على مربع الإجابة مع الأخذ في الاعتبار أنه يحتاج لمقدرات المبصرين لتشغيلها. ففي الشكل (1) أمثلة لمجموعة من أنظمة أكواد التحقق الصوتية تأخذ عدة أشكال. نجد في الشكل (أ) نافذة منفصلة تحتوي على مشغل صوت يفتح لتشغيل كود التحقق، أما في (ب) مشغل الصوت في نفس الصفحة ولكنه بمعزل عن مربع الإجابة، وفي (ج) عند النقر على رابط يتم تشغيل كود التحقق الصوتي. في جميع الواجهات الثلاثة يضغط الزر أو الرابط لسماع الرمز وتكتب الإجابة في مربع إجابة منفصل.

مما ذكر نجد أن مستخدمي الإنترنت من ذوي الإعاقات البصرية يواجهون صعوبات كبيرة في التعامل مع تقنية كود التحقق عند الإجابة على الأسئلة في حالة سماعهم لكود التحقق أو في حالة تفاعلهم مع واجهة المستخدم لملئ الإجابات على صندوق الإجابة عند سماعهم أحرف كود التحقق وخصوصاً عند استخدامهم قارئات الشاشة مثل برنامج (MS Narrator) وغيرها من البرمجيات المصممة لذوي الإعاقة البصرية وعدم مقدرتها على قراءة الصور كل ذلك يُعقد من عملية تفاعل المستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية بمختلف فئاتهم مع هذه التقنية.

وهنالك عيوب أخري لنظم كود التحقق الحالية وهي عدم توافقها مع برمجيات قابلية الوصول البديلة (alternative accessible systems) وذلك لأن محتوي الشكل هي عبارة عن كلمات لا يمكن قراءتها من قبل تلك البرمجيات. تلحق تلك العيوب بالنظام الأحدث لنظم كود التحقق وهو نظام (RECAPTCHA) وهو عرض لشكل بها كلمتين إحداهما تكون للاختبار والأخرى عبارة عن كلمة تم مسحها ضوئياً من الكتب القديمة، وعندما يقوم المستخدم بإعادة كتابة الكلمة الأولي والثانية يتم التحقق من أن المستخدم ليس بآلة، وتساعد أيضاً على تحويل النسخ الورقية للكتب إلى نسخ رقمية حيث يتم إرسال الكلمات إلى مخدومات المشروع. وهنا عيب مزدوج في عدم إشراك هذه الفئة من المستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية في المشاريع التقنية مثل عملية تحويل النسخ التقليدية إلى نسخ رقمية وذلك في حالة فشلهم في ملئ الإجابات في صندوق الإجابة في نظام كود التحقق (CAPTCHA).



شكل (1) أمثلة لمجموعة من أنظمة أكواد التحقق الصوتية.

وكما ذكرنا سابقاً أن هذا المشروع موجه خصيصاً لمساعدة المستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية من الوصول لمحتوي الويب المحمي عبر بناء نظام تحقق مرئي جديد يعتمد على سماع المستخدم الذي يعاني من مشاكل بصرية لمحتويات النظام والإجابة عن سؤال التحقق عن طريق التخاطب المباشر مع النظام عن طريق نطق الكلمات وليس الحروف.

2. مشكلة الدراسة

تعتمد أكواد التحقق (CAPTCHA) على التفاعل البصري بين المستخدم وواجهة التطبيق المحمية به، حيث أنها تعتمد عادةً على الصور والأشكال مما يعني أنه من المستحيل على المستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية إنشاء حسابات أو الوصول إلى محتوي مواقع تطبيقات الإنترنت المحمية بأكواد التحقق ومن ثم إجراء نشاطات عبرها كالشراء أو الحجز أو غيرها من العمليات التي تتم عبر مواقع الإنترنت، تمتد هذه المشكلات أيضاً في حالة استخدام المستخدمين من ذوي الإعاقة لبرمجيات التكنولوجيا المساعدة كقارئات الشاشة التي تقوم على قراءة البيانات النصية فقط وليس محتوي الصور من النصوص والأرقام مما يتطلب إيجاد حلول جديدة ومرنة عبر توفير إضافة متكاملة مع مواقع الإنترنت وذات جدوي عملية واقتصادية للمستخدمين من الإعاقة البصرية.

3. أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة للتعرف على التحديات التي تواجه المستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية بمختلف أنواعها والتي تمنع وصولهم لمحتوي البرمجيات التطبيقية ومن ثم تُفشل عملية التفاعل مع محتوياتها، كما تهدف لتطوير نظام جديد لأكواد التحقق يمتاز بقابلية الاستخدام من قبل المستخدمين ذوي الإعاقة البصرية ويمكن إيجاز الأهداف الأساسية لتقنية كود التحقق (CAPTCHA) المستحدثة لدينا في هذه الورقة على النحو التالي:

1- توفير أفضل نوعية لخدمات الإنترنت للمستخدمين من ذوي الإعاقة البصرية الذين لا يستطيعون الوصول لتلك الخدمات المحمية بواسطة أكواد التحقق.
2- تقديم أسلوب جديد لتكنولوجيا المعلومات وتطوير البرمجيات تساهم في دمج ذوي الإعاقات البصرية في المشاريع التقنية بصورة فاعلة مثلهم مثل المستخدمين غير المعاقين عندما يساهمون في المشاريع التقنية المصاحبة للنظام الأحدث لكود التحقق (RECAPTCHA) على سبيل المثال.

4. منهجية وأدوات الدراسة

منهج الدراسة: ستقتضي طبيعة الدراسة على الاعتماد على المنهج التطبيقي عبر إجراء اختبارات على عينة عشوائية من مستخدمي الإنترنت المصابين بإعاقات بصرية لقياس مدى فعالية الحلول البديلة التي تم توفيرها عبر النظام الجديد المقدم في هذه الدراسة.

الأدوات المستخدمة في الدراسة: تم تصميم نظام جديد لأكواد التحقق يعتمد على تقنية التعرف على الكلام مما يساهم في تحقيق الوصول لمحتوى مواقع الويب المحمي بأكواد التحقق، كما تم استخدام قارئات الشاشة المستخدمة من قبل المستخدمين من ذوي الإعاقة البصرية مثل (MS Narrator وNEVIDIA) لإجراء الاختبارات لقياس مدى الجدوى الفنية لنظم التحقق الحالية التقليدية ومقارنتها مع النظام الجديد المُقدم في هذه الدراسة.

5. الدراسات السابقة

في دراسة **هولمان وآخرون** Holman et al.(2007) والتي حملت عنوان تطوير أكواد تحقق سهلة للمستخدمين المكفوفين تم تطوير أكواد تحقق تدمج بين الصور والصوت على سبيل المثال توضح صورة عصفور ويقابلها صوت للعصفور لمساعدة المستخدم على تحديد ماهية الصورة باستخدام حاسة السمع. واستنتجت الدراسة فعالية النظام على الرغم من الحاجة لاستخدام برمجيات مساعدة كقارئات الشاشة.

أما في دراسة **تام وآخرون** Tam et al.(2008) والتي حملت عنوان تحسين أكواد التحقق الصوتية حيث ركزت الدراسة على تطوير أكواد تحقق صوتية فقط تتيح للمستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية وخصوصاً ضعاف البصر إجراء عمليات التحقق بسهولة أكبر. واستنتجت الدراسة أن هذه الحلول ذات فعالية عالية مع المستخدمين من ضعاف البصر فقط.

وفي دراسة **سوير وآخرون** Sauer et al.(2008) والتي اعتمدت على دمج عدد من الاستراتيجيات لحل أكواد التحقق الصوتية حيث تم تقديم مجموعة صور بجودة عالية لممثلين وإضافة صوت مع كل صورة يحوي اسم الممثل وقارنت الدراسة بين عدد من المشاركين في الاختبارات حيث وجدت أن أربعة مشاركين يقومون بحفظ الأصوات المصاحبة للصور بالترتيب ثم تذكرها في مرحلة الحل في صندوق الإجابات بينما استطاع مستخدم واحد فقط من من كتابة الإجابة في صندوق الإجابات قبل انتهاء الاختبار.

6. تطوير أنظمة أكواد التحقق الحالية ومدي قابلية الوصول

تعتمد جميع شركات أنظمة أكواد التحقق (CAPTCHA) على خطوات أساسية ومشتركة لتطوير هذه التقنية وهذه الخطوات هي التي جعلت من الصعوبة بمكان على المستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية التفاعل مع هذه التقنية ويمكننا تلخيص الخطوات في خطوتين، الأولي هي معرفة الطريقة التي يقوم بها الإنسان على تحليل البيانات كالصوت والشكل (Lin,2009).والثانية أنه لا يأخُذ مطوروا نظم التحقق المرئي في الاعتبار المستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية والذهنية، وكذلك معرفة طريقة تحليل الآلة أو جهاز الحاسوب للبيانات. فالحاسوب يتبع مجموعة الأوامر والتعليمات باستخدام لغة برمجة معينة فإذا فشلت إحدى هذه التعليمات فإن الحاسوب لا يستطيع الاستمرار في عملية تحليلية للبيانات فيتوقف. وهذه نقطة محورية بالنسبة لمصممي نظم التحقق المرئي تؤخذ كنقطة ضعف عند إنشاء فحص كود (CAPTCHA) والشكل (2) يوضح أنواع مختلفة لرموز التحقق، واحدة من أهم نقاط فشل تقنيات نظم التحقق المرئي الحالية في عدم تلبيتها لاحتياجات المستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية غير الوظيفية مثل سهولة الاستخدام أو قابليتها (Usability)، والأداء وهو الوقت الذي يأخذه النظام

للتجاوب مع المستخدم، والتوافق مع برمجيات أو أدوات أخري يستخدمها المعاقين بصرياً هي المعيار الثاني أو الخطوة الثانية في تصميم نظام أكواد التحقق والتي تعتمد على عدم استخدام أحرف وأرقام واضحة بدون تشويهه عليها، وذلك لأن كثير من برامج الكمبيوتر تستطيع أن تتعرف على هذه الأحرف والأرقام من خلال برمجيات التعرف الضوئي على الرموز(Optical Character Recognition).

شكل (2) أنواع مختلفة لرموز التحقق

(من بريد yahoo وبريد google وxdrive.com forexhound.com)

نقطة أخرى أساسية في تصميم نظم أكواد التحقق وهي أصل المعضلة للمستخدمين من ذوي الإعاقة البصرية وبعض أنواع الإعاقات الذهنية الخفية وهي أن يقوم النظام على وضع الشكل أو الأسئلة والحلول اعتماداً على قاعدة بيانات مصممة تحتوي على تلك الأسئلة وعملية الاستمرار للاستفادة من خدمات موقع الويب تعتمد فقط على التفاعل والفحص البصري في عملية التحليل من قبل المستخدم بمعني آخر أن نظام التحقق يعتمد على معلومات مُدخلة بعد إجراء عمليات الفحص البصري من قِبل المستخدم وإدراجه لنتيجة تلك الفحص يكون عن طريق تفاعل بصري أيضاً مع صندوق الإجابات بعد ذلك يقوم النظام بإجراء عملية المُقارنة لإجابة المستخدم وتلك الموجودة في قواعد البيانات الخاصة بالنظام وبناءً على الإجابة يسمح النظام للمستخدم بالاستمرار والاستفادة من خدمات الموقع أو يطلب إعادة الإجابة مرة أخري من دون الأخذ في الاعتبار تغيير طريقة الفحص البصري أو التفاعل بين المستخدم ونظام التحقق.

كثير من البحوث العلمية ذات الصلة بتطوير نظم أكواد التحقق وكذلك خبراء تطوير هذه التقنية يوصون بأن كود التحقق الجيد والمقبول هو الذي يمكن أن يُحل من المستخدمين بنسبة تتجاوز 80% وأن نسبة حلها من قبل برمجيات المخترقين أقل من 0.02 % ويجب أن يكون محتوي قاعدة البيانات لا يقل عن 10,000خيار مختلف والا سوف يتمكن المخترقون من جمع كل الاحتمالات واستخدام هجوم التخمين (Brut force) لكسرها وهنالك أيضاً توصيات باستخدام التوليد العشوائي للأرقام والحروف وهذا يصعب على برامج (bots) أن تخترق نظام كود التحقق وكلما زادت الأرقام ذات قوتها .(Rusu & Govindaraju, 2004)

شكل (3) كود تحقق يصعب قراءته بسهولة من المستخدمين سليمين البصر.

7. الوصول غير المرئي لخدمات الإنترنت المحمية باستخدام تقنية أكواد التحقق

في هذا العمل تم تقديم أسلوب جديد للتفاعل مع محتويات مواقع الويب آخذين في الاعتبار جميع إمكانيات المستخدمين المختلفة ومدي قابلية وصولهم لمحتوي صفحات الويب مع مراعاة المستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية المختلفة مثل العمى، العمى جزئي، العمى النصفي، عمى الألوان، ضعف البصر والعمى الليلي وبعض المصابين بإعاقات ذهنية تؤثر على وصولهم الكامل لكل محتويات صفحة الويب. تم تطوير نظام جديد للتحقق يعتمد على العضو غير المعاق للمستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية، وذلك بتبديل التفاعل البصري إلى تفاعل صوتي مع نظام التحقق المُطور.

تعتمد التقنية الجديدة على خطوتين فقط للوصول إلى خدمات الإنترنت المحمية بأكواد التحقق وهي:

السماع: سماع المحتوي بواسطة سماعات الأذن.

الكلام: التفاعل مع المحتوي عن طريق الكلام.

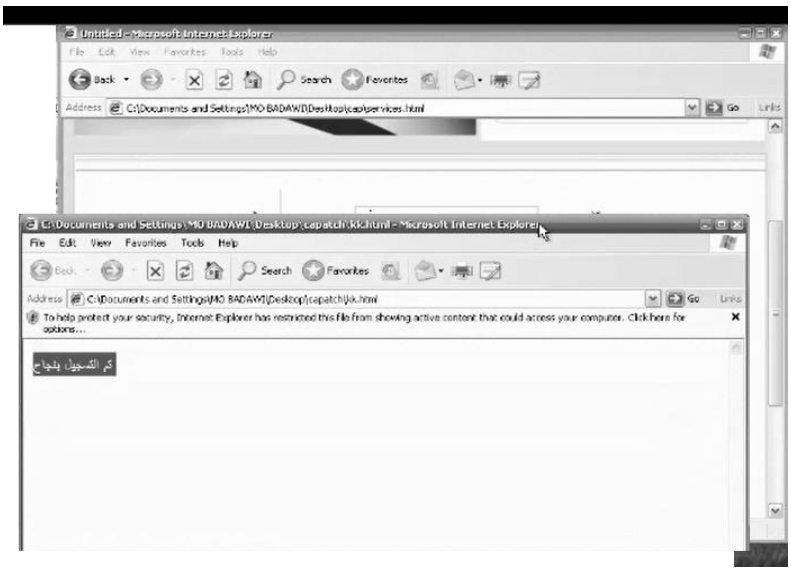
شكل (4) نظام كود التحقق الجديد باللغة العربية.

جميع الأدوات البرمجية لتقنية كود التحقق الجديدة لها محتوي صوتي بديل عند تمرير مؤشر الفأرة عليها يسمع المستخدم محتوي نص الزر على سبيل المثال في شكل (4) عند تمرير المستخدم لمؤشر الفأرة على زر "كلمة جديدة" يصاحب هذا الفعل (action) حدث برمجي (event) وهو سماع المستخدم لعبارة "كلمة جديدة" عبر سماعات

الحاسب بعدها يضغط المستخدم المعاق بصرياً على زر "كلمة جديدة"، يُنتج النظام الشكل التي تحتوي الكلمة الجديدة ويصاحب ذلك سماع المستخدم عبر سماعات جهازه إلى الكلمة الجديدة.

بعد سماعة للكلمة مثلاً كلمة "سودان" يتوجب على المستخدم فقط ترديد الكلمة بعد سماعها وهنا يأتي دور تقنية التعرف على الكلام المدمجة في نظامنا الجديد، ومقارنة الأوامر الصوتية الصادرة عن المستخدم مع الكلمات المُنتجة من النظام، وهنا يكون التحقق من أن المستخدم ليس بآلة أو برامج حاسوبية للاختراق ويسمح له بالاستفادة من الخدمات وفي حال عدم تعرف النظام على الكلمات المنطوقة من المستخدم يُطلب منه إعادة نطق كلمة جديدة في عملية تمتاز بعدم اعتمادها على التفاعل البصري واعتمادها على التفاعل الصوتي بين النظام والمستخدم من ذوي الإعاقات البصرية.

الوصول غير المرئي أو التفاعل الصوتي مع نظام التحقق هي آلية نظامنا الجديد لضمان اجتياز المستخدم لأسئلة أكواد التحقق وكذلك لضمان عدم الوصول غير المخول في حالة برامج المخترقين مما يضيف ميزة تأمينية أخري باعتمادها على تقنية التعرف على الكلام أو تمييز الكلام(Speech Recognition) بحيث يقوم النظام بتحويل الكلمات المنطوقة من قبل المستخدم الذي يعاني من صعوبات بصرية أو ذهنية إلى نص وهنا تجدر الإشارة إلى أن تقنية تمييز الكلام تختلف عن تمييز الصوت (Voice Recognition) حيث يجب أن تُدرب الأنظمة على مُتحدث معين كما هو الحال لمعظم برمجيات تمييز سطح المكتب، أما تمييز الكلام (Speech Recognition) المستخدمة في نظام التحقق لدينا يعتبر مفهوم أوسع يُشير إلى تكنولوجيا بإمكانها التعرف على الكلام بدون أن تستهدف متحدث واحد مثل نظام الاتصال الذي بإمكانه التعرف على جميع الأصوات للمستخدمين المتفاعلين مع التقنية.



شكل (5) اجتياز أحد المستخدمين المكفوفين لاختبار التحقق.

8. التكاملية مع مواقع الإنترنت الحالية

ميزة نظام التحقق الجديد(CAPTCHA) المُقدم في هذه الورقة أنه يُمكن اعتماده كإضافة (Plug-in) من مبرمجي مواقع الإنترنت لما تمتاز به من سهوله في التركيب على الموقع من الناحية البرمجية يتكون النظام من مجموعة

أسطر برمجية وملفات ارتباط لتقنيات تمييز الكلام وتحويل النصوص إلى كلام في وحدة برمجية مترابطة يتم إدراجها في صفحات الويب بعد تحديد مكان التنفيذ كما تظهر في شكل (6).

ملف النظام الجديد لا يحتوي على أوامر للتنفيذ في قاعدة بيانات العميل(Client)، مواقع الويب تستفيد من الخدمة بحيث يقوم مطوروا مواقع الويب بالاتصال وطلب الخدمة (Service Request) عبر واجهة نظامنا البرمجية (Application Programming Interface API).

شكل (6) تكاملية نظام كود التحقق الجديد مع مواقع الويب.

9. تقييم أنظمة التحقق الحالية والنظام الجديد

العديد من خدمات الويب تقدم أنظمة أكواد تحقق صوتية باعتبار أنها بديلة للوصول البصري. ولكن هل على هذه البدائل أن تضمن للمعاقين بصرياً وسائل بديلة للتفاعل البصري أم يجب علينا انتاج بدائل تقنية تُتِيح التفاعل السمعي مع الأنظمة اعتماداً على استخدام الحواس السليمة وغير المصابة.

وهنا نذكر المبادئ الأساسية المعتمدة من قبل مطوري أكواد التحقق المرئي (CAPTCHA) لعمليات البناء والتطوير لهذه التقنية:

- من السهل على المستخدمين إيجاد الحل لرمز التحقق.
- من الصعب على الحاسوب إيجاد الحل.
- من السهل توليد أسئلة (codes) بديلة وتقييم الإجابات.

اعتماداً على هذه المبادئ قمنا بإجراء اختبارات على عدد من مستخدمي الإنترنت من ذوي الإعاقات البصرية بمختلف إعاقاتهم، ونماذج الإعاقات البصرية في هذا الاختبار على النحو التالي:

- مستخدمون مصابون بالعمى: وهم مستخدمون لمواقع الويب فاقدون للإدراك البصري، وسنرمز لهم بالرمز (ع ت).
- مستخدمون مصابون بالعمى الجزئي: وهم مستخدمون لمواقع الويب يعانون من ضعف في نظر العين بسبب نقص في تكامل العصب البصري للعين ونرمز لهم بالرمز (ع ج).

- مستخدمون مصابون بالعمى الليلي أو العشي الليلي: وهم مستخدمون ليس لدي أعينهم القدرة على رؤية الأشياء بسرعة عند الانتقال من مكان مضيء إلى مكان أقل إضاءة ونرمز لهم بالرمز(ع ل).
- مستخدمون مصابون بالعمى النصفي أو عمي لنتيجة حادث بسبب جلطه تؤثر على المركز البصري في الدماغ وسنرمز لهم بالرمز (ع ن).

الجدول أدناه يوضح أنواع الإعاقات البصرية المختلفة المستهدفة في الاختبارات وأعداد المشاركين فيها.

جدول (1) أعداد المشاركين في الاختبارات.

نوع الإعاقة البصرية	الرمز	العدد
العمى الكامل	ع ت	12
العمى الجزئي	ع ج	15
العمى الليلي	ع ل	12
العمى النصفي	ع ن	08

في المستخدمين المشاركين في الاختبارات 100% من (ع ت) يستخدمون تقنيات مساعدة وقارئات شاشة (Screen Readers)، 20% من (ع ج) يستخدمون برمجيات التكنولوجيا المساعدة كقارئات الشاشة لمساعدتهم على التفاعل مع تطبيقات الويب والباقي لا يستخدم أي من التكنولوجيا المساعدة، 1% من (ع ن) يستخدمون تقنيات مساعدة أما بالنسبة للمستخدمين (ع ل) فالنسبة هي 2%.

اعتمدت الاختبارات على معايير أساسية لتوكيد جودة النظم البرمجية (Software Quality Assurance) وتحديداً عوامل الجودة التي تتعلق بالأداء (Performance) وهذان العاملان هما الكفاءة (Efficiency) وهنا نتحدث عن كفاء التنفيذ والتي تقاس عن طريق وقت التنفيذ(Processing Time) والعامل الثاني هو سهولة الاستخدام (Usability) والذي يراعي فيه إمكانية التشغيل(Operability) وهي اعتماد استراتيجية التعلم الفردي بحيث أنه لا يمكن قبول عدم مقدرة المستخدم من استخدام النظام بنفسه. وعوامل جودة تتعلق بالصحة (Correctness) والذي يتحقق عن طريق الاكتمال(Completeness) وهو الأداء الأمثل للنظام لتحقيق أكبر قدر من حاجات جميع المستخدمين.

وقد تم إجراء الاختبارات على أنظمة التحقق الحالية المستخدمة في عمليات التحقق لموقعي (gmail.com و facebook.com).

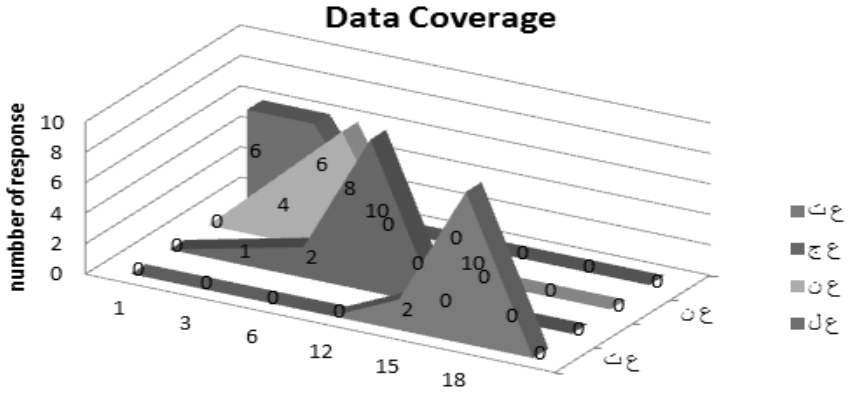
1.9. نتائج تقييم أنظمة التحقق الحالية

شمِل هذا الاختبار جميع أشكال الإعاقات البصرية (ع ت، ع ج، ع ن، ع ل) وهدف إلى قياس مدى سهولة الاستخدام لأنظمة التحقق الصوتية الحالية وعدد مرات الحاجة لإعادة تحميل الصفحة لتغيير أسئلة نظام التحقق بعد الفشل في التفاعل مع النظام. والشكل (7) يوضح عدد مرات تحميل الصفحات وبالتالي حجم البيانات المُحملة من أجل الوصول إلى إحدى خدمات مزودات البريد الإلكتروني لكل إعاقة على حدا.

1.1.9. نتائج اختبارات الأداء

في اختبار تقييم أداء النظام، المستخدمين (ع ت) وعددهم 12 مستخدم يواجهون صعوبة كبيرة في الوصول إلى مواقع الويب المحمية بأكواد التحقق حيث أن إمكانية التشغيل (Operability) تكاد تكون معدومة، واحتاجوا لإعادة تشغيل أكواد التحقق من 12 إلى 15 مرة وذلك بعد مساعدة من مُبصرين. والشكل (7) يوضح سهولة

استخدام نُظم التحقق المرئية الحالية وعدد مرات تحميل الأكواد وأيضاً يوضح عدد المستخدمين الذين أجابوا إجابات صحيحة، كلما زادت عدد مرات إعادة التحميل عن 3 مرات زادت معاناة المستخدم للوصول للصفحة المحمية بكود التحقق المرئي.



	1	3	6	12	15	18	
ع ت	0	0	0	0	2	10	
ع ج	0	1	2	10	0	0	
ع ن	0	4	8	0	0	0	
ع ل	6	6	0	0	0	0	

شكل (7) سهولة استخدام نظم التحقق المرئية الحالية المستخدمة في موقعي (facebook.comوgmail.com)

المستخدمين (ع ج) وعددهم 15 مستخدم، مستخدم واحد فقط استطاع الوصول إلى الصفحة المحمية بعد تحميل أسئلة أكواد التحقق مرتين و**10** مستخدمين احتاجوا إلى إعادة التحميل من 6 إلى 12 مرة.

المستخدمين (ع ل) أقصي حد لعدد مرات إعادة التحميل هو 3، و8 هم المستخدمين الذين لم يحتاجوا لإعادة التحميل بنسبة تجاوزت 66%.

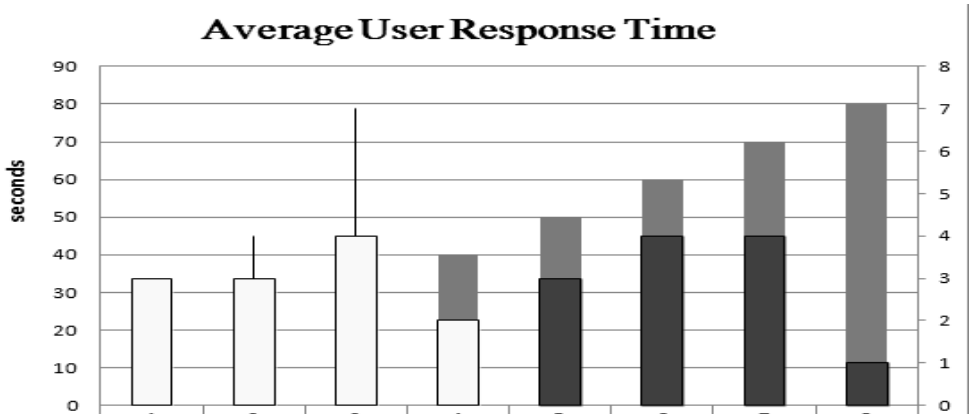
2.1.9 نتائج اختبارات كفاءة النظام

في اختبار قياس كفاءة النظام (Efficiency) وتقاس بوقت التنفيذ(Processing Time) فكانت النتائج على النحو التالي:

4 فقط من المستخدمين المكفوفين استطاعوا الوصول إلى المحتوي المحمي في أقل من 60 ثانية وكما يوضح الشكل (8)، نجد أيضاً أنه كلما قل الإدراك البصري كلما زادت أزمنة الوصول لصفحات الويب المحمية بأكواد التحقق المرئي.

المستخدمين (ع ل) لم يواجهوا صعوبات تذكر للوصول لمحتوي الويب المحمي بأكواد التحقق المرئي أكثر من 10 مستخدمين وصلوا للمحتوي في أقل من 30 ثانية.

جميع المستخدمين (ع ن) استطاعوا الوصول إلى المحتوي المحمي في أقل من 30 ثانية.



	1	2	3	4	5	6	7	8
Seconds	10	20	30	40	50	60	70	80
ع ت	0	0	0	0	3	4	4	1
ع ج	1	3	6	2	0	0	0	0
ع ن	1	4	7	0	0	0	0	0
ع ل	3	3	4	2	0	0	0	0

شكل (8) أزمنة الوصول المختلفة للمستخدمين من مختلف أنواع الإعاقات البصرية.

2.9 نتائج تقييم نظام التحقق الجديد

قمنا بإعادة الاختبارات أعلاه على نظام التحقق الجديد الموضح في شكل (4) بنفس الفئات من الإعاقة والمستخدمين والأجهزة الحاسوبية.

في اختبار سهولة الاستخدام (Usability) والذي يراعي فيه إمكانية التشغيل(Operability) قلت عدد مرات إعادة تحميل أسئلة أكواد التحقق كما موضح في الشكل (9).

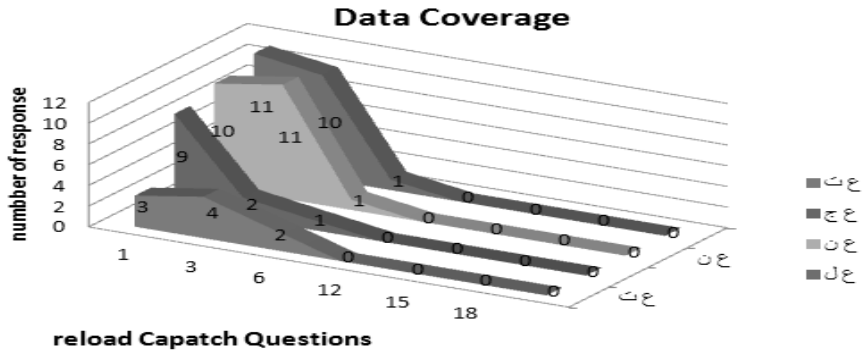
1.2.9. نتائج اختبارات الأداء

في اختبار تقييم أداء النظام، المستخدمين (ع ت) وعددهم 12 مستخدم ارتفع عدد الوصول إلى مواقع الويب المحمية بأكواد التحقق حيث أن إمكانية التشغيل (Operability) بعد أن كانت معدومة، احتاجوا لإعادة تشغيل أكواد التحقق أقل من 9 مرات وذلك بدون مساعدة من مبصرين وبدون استخدام لتكنولوجيا مساعدة "سماع أكواد التحقق، نطق الكود عبر ميكروفون الحاسب".

3 من (ع ت) لم يحتاجوا لإعادة تحميل أسئلة التحقق وكانت الوصول للمحتوي المحمي من أول سؤال

المستخدمين (ع ج) وعددهم 15 مستخدم، 9 مستخدمين استطاعوا الوصول إلى الصفحة المحمية بعد تحميل أسئلة أكواد التحقق لمرة واحدة فقط

المستخدمين (ع ل) أقصي حد لعدد مرات إعادة التحميل هو 3 و6 هم المستخدمين الذين لم يحتاجوا لإعادة التحميل بنسبة قلت عن 55%. ففي الشكل (9) يوضح سهولة استخدام نظام التحقق المرئي الجديد وفيه عدد مرات تحميل الأكواد وعدد المستخدمين الذين أجابوا إجابات صحيحة، ونجد أنه قد قلت عدد مرات إعادة تحميل الأسئلة وأيضاً نجد أن قوة إمكانية التشغيل (Operability) للنظام الجديد قاربت بين مستويات الإبصار المختلفة، ونجد أن نتائج اختبارات الأداء تتفق مع دراسة **هولمان وآخرون** Holman et al.(2007) في مدى فعالية النظام من حيث الوصول للمحتوي وتمتاز عنها في كونها لا تحتاج لبرمجيات مساعدة لتشغيل أكواد التحقق.



	1	3	6	12	15	18
ع ت	3	4	2	0	0	0
ع ج	9	2	1	0	0	0
ع ن	10	11	1	0	0	0
ع ل	11	10	1	0	0	0

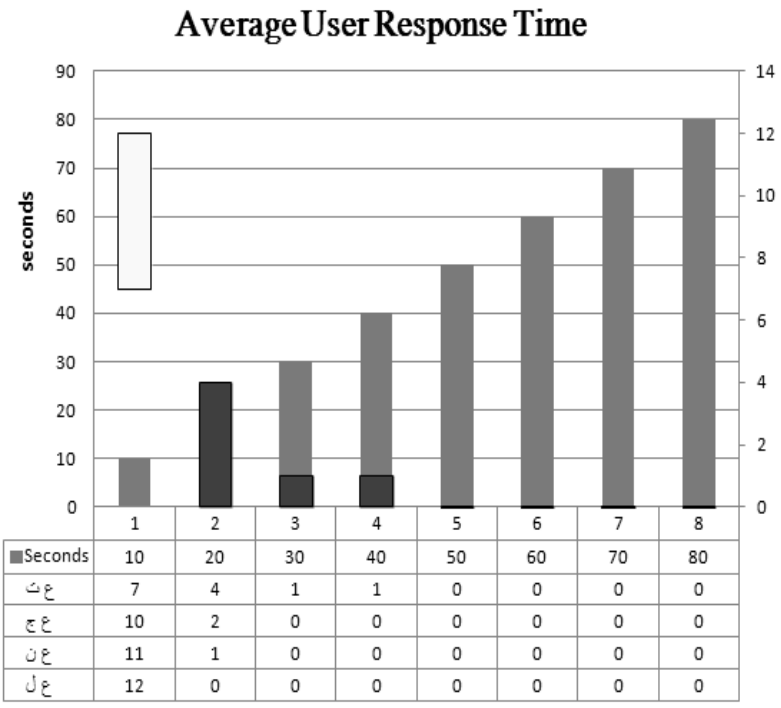
شكل (9) سهولة استخدام نظام التحقق المرئي الجديد.

2.2.9 نتائج اختبارات كفاءة النظام

في اختبار قياس كفاءة النظام (Efficiency) وتقاس بوقت التنفيذ(Processing Time) فكانت النتائج على النحو التالي:

جميع المستخدمين بمختلف إعاقاتهم (ع ت، ع ج، ع ن، ع ل) استطاعوا الوصول إلى محتوي الويب المحمي بأكواد التحقق (CAPTCHA) في أقل من 30 ثانية.

7 من المستخدمين (ع ت) استطاعوا الوصول إلى المحتوي المحمي في أقل من 10 ثواني وكما يوضح الشكل (10) أزمنة الوصول المختلفة للمستخدمين من مختلف أنواع الإعاقات البصرية بعد استخدام نظامنا المقترح، نقص زمن التنفيذ للمستخدمين بنسبة تجاوزت 90%. نجد أيضاً أنه كلما زاد الإدراك البصري كلما قلت أزمنة الوصول لصفحات الويب المحمية بأكواد التحقق المرئي، وكلما زاد الإدراك السمعي قلت أزمنة الوصول إلى المحتوي المحمي بأكواد التحقق. جميع المستخدمين(ع ل) استطاعوا الوصول إلى خدمة الإنترنت المحمية في أقل من **8** ثواني. وبمقارنة هذه النتائج مع نتائج دراسة **سوير وآخرون** (2008).Sauer et al والتي استهلك المشاركين فيها وقت أكبر في عمليات التذكر نجد أن النظام المُقدم في هذه الدراسة أكثر فعالية من حيث التقليل من أزمنة الوصول لمحتوي الويب لعدم حاجة المستخدمين من إجراء عمليات تذكر.



	1	2	3	4	5	6	7	8
Seconds	10	20	30	40	50	60	70	80
ع ت	7	4	1	1	0	0	0	0
ع ج	10	2	0	0	0	0	0	0
ع ن	11	1	0	0	0	0	0	0
ع ل	12	0	0	0	0	0	0	0

شكل (10) توضح أزمنة الوصول المختلفة للمستخدمين من مختلف أنواع الإعاقات البصرية بعد استخدام نظامنا المقترح.

10. خاتمة وتوصيات

اعتماد الحلول البديلة أو تقنيات الوصول المساعدة والأدوات البرمجية للمستخدمين من ذوي الإعاقة على وسائل التفاعل البصري للمعاقين بصرياً يجعل أداؤها (Performance) لا يمتاز بالكفاءة (Efficiency) ولا بالسهولة المطلوبة بل وفي بعض الحالات انعدمت تماماً، وبالمقارنة مع النظام الجديد الذي يعتمد على التفاعل الصوتي فقط نجد أن كفاءة النظام وهنا نتحدث عن كفاءة التنفيذ ترتفع بدرجات عالية في زمن الوصول إلى المحتوي المحمي بأكواد التحقق (CAPTCHA) كما موضح في المخططين في شكل (8) وشكل (10).

إن مبدأ تطوير هذا النظام الذي قدمناه في هذه الورقة هو مبني على تفاعل المستخدم المعاق بواسطة حس غير معاق ومعافى من إحدى حواسه الأخرى مما زاد من سهولة الاستخدام للمواقع المحمية بأكواد التحقق (CAPTCHA) بصفة خاصة وتطبيقات تكنولوجيا المعلومات بصفة أعم دون الحاجة إلى تكنولوجيا مساعدة مُكلفة.

ونجد أيضاً أن المستخدمين الذين بإمكانهم التفاعل البصري مع الانظمة مثل المستخدمين المصابين بالعمى الليلي زادت نسبة إعادة تحميلهم لأسئلة أكواد التحقق، كل ذلك يُفسِر أنه كلما قل الإدراك البصري للمستخدم كلما واجه صعوبات في التفاعل مع نظم التحقق ونظم المعلومات التي تحتوي على واجهات رسومية بصورة عامة، وعند بناء أنظمة تعتمد على الإدراك السمعي والتفاعل الصوتي فقط للمستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية نسهل من عملية دمجهم في مجتمعاتنا التقنية.

من أهم مزايا نظام أكواد التحقق المرئي الجديد هي إدخالها لأسلوب جديد يسهل الوصول إليها بصورة بديلة لغير القادرين على التفاعل البصري الذين يعانون من صعوبات بصرية كعمي الألوان وضعف البصر وغيرها من

الإعاقات البصرية. كما يمكننا الاعتماد على هذا الأسلوب لإجراء عمليات التحقق للمستخدمين الذين يعانون من صعوبات ذهنية لضمان عملية تفاعل سلسة بينهم وتطبيقات الإنترنت على وجه الخصوص.

11. الأعمال المستقبلية

انتجت التقنية الجديدة التي تم تطويرها في هذا العمل قاعدة بيانات كبيرة لمجموعة من الكلمات الصوتية التي تم نُطقها باللغة العربية بصورة طبيعية من قبل المشاركين من ذوي الإعاقات البصرية المختلفة في مرحلة الاختبارات مما يساهم في تطوير مشاريع تقنية من أجل إتاحة الفرصة للمستخدمين من ذوي الإعاقات البصرية المشاركة في مشاريع الحوسبة المختلفة، مثل تطوير تقنيات (RECAPTCHA) جديدة ينتج عنها تقنيات تحويل النصوص إلى محتوى صوتي باللغة العربية وغيرها من اللغات، وتساهم في دمج المُعاقين بصرياً في مجتمعاتهم التقنية بصورة أكثر فعالية وكفاءة.

قائمة المراجع

- Amalia Rusu and Venu Govindaraju.2004. Handwritten CAPTCHA: Using the difference in the abilities of humans and machines in reading handwritten words. In Proceedings of the 9th International Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition (IWFHR'04), pages 226–231.
- C. Schuster and A. Von Eye. 2001.The relationship of ANOVA models with random e_ects and repeated measurement designs. Journal of Adolescent Research, 16(2):205-220.
- G. Sauer, H. Hochheiser, J. Feng, and J. Lazar.2008. Towards a universally usable captcha. In Proc. of the 4th Symp. On Usable Privacy and Security (SOUPS'08), Pittsburgh, PA, USA.
- J. Holman, J. Lazar, J. H. Feng, and J. D'Arcy.2007. Developing usable captchas for blind users. In Proc. Of the 9th Intl. ACM SIGACCESS Conf. on Computers and accessibility (ASSETS '07), pages 245-246, New York, NY, USA.
- J. Tam, J. Simsa, D. Huggins-Daines, L. von Ahn, and M. Blum. 2008. Improving audio captchas. In Proc. of the 4th Symp. on Usability, Privacy and Security (SOUPS'08), Pittsburgh, PA, USA.
- Lin, M. 2009.A Study of CAPTCHA Schemes for a Mobile Device.Masters Thesis. Ming Chuan University, Taipei,.Taiwan
- Luo, J. and Boutell, M. 2005. A probabilistic approach to image orientation detection via confidence-based integration of low level and semantic cues. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.27(5): 715-726.
- Shi, Y. 2006.E-Government Web Site Accessibility in Australia and China A Longitudinal Study. Social Science Computer Review. 24(1):378-385.

Development of a new CAPTCHA System for Visually Impaired Arabic Speakers/ Users

Abstract: The CAPTCHA verification codes are a test with questions created and correctable by the computer, this technique is used to distinguish between human and machine. This work has developed a new CAPTCHA that depends on vocal interaction of the internet applications users and uses speech recognition , that is because the issuance, production and pronunciation of words is usually a human task while the machines lack the fluency and accuracy in processing words like humans. The new CAPTCHA depends on complexities in the techniques of transforming voice to text after being pronounced by the user, but the strength of the new technique lays in the fact that those user vocal instructions has to be preceded by the user's listening to them being randomly generated from the systems' database, subsequent to that the same user pronounce those words giving the verification process a doubled strength. This work concentrates on the development of CAPTCHA depending on the intact cognitive styles.

The study in this paper depends on the participation of a number people with different types of visual impairment, who use various types of screen reader technologies for performance and usability tests of the recent in-use verification codes systems and the new verification codes system. The tests results showed a 70% rise in the levels of passing the verification questions, and a 95% reduction in the time consumed in gaining access to the verification code protected content after the use of the proposed new technique for websites verification.

Keywords: accessibility, human factors, interactive, security, tests, Usability.