نظام ترجمة لغة الإشارة العربية الجزائرية باستخدام تكنولوجيا الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد

أمين مامي ومحمد الفارس سليماني وطه زروقي ورضا مزاري
قسم الرياضيات وعلوم الكمبيوتر، جامعة يحيى فارس، المدية، 26000، الجزائر
mamiaminepro@gmail.com
قسم الرياضيات وعلوم الكمبيوتر، جامعة يحيى فارس، المدية، 26000، الجزائر
faresslimani0@gmail.com
قسم علوم الكمبيوتر، جامعة البويرة، 10000 البويرة، الجزائر
t.zerrouki@univ-bouira.dz
قسم الرياضيات وعلوم الكمبيوتر، جامعة يحيى فارس، المدية، 26000، الجزائر
redha_maz@hotmail.com

الملخص:

يركز هذا العمل على إنشاء أدوات لمساعدة الأشخاص الصم على تعلم لغة الإشارة العربية الجزائرية (ALSL) وتحديدًا نظام ترجمة آلي عبر شخصية افتراضية ثلاثية الأبعاد لتمثيل الإشارة بدقة وديناميكية. ويقوم هذا النظام بترميز إشارات لغة الإشارة الجزائرية باستخدام طريقة نظام التدوين (NSM) التي تعتمد بشكل أساسي على نظام تدوين هامبورغ (HamNoSys).

وسيتم استعراض تحليل سطحي لمدى التعقيد اللغوي للغة الإشارة الجزائرية بالإضافة إلى العقبات الكامنة أمام تطوير الحلول التكنولوجية لتسهيل توفير الترجمة المناسبة لها. وبهدف ضمان الدقة فقد تم العمل مع خبراء ترجمة لغة الإشارة الجزائرية في كل مستوى من العمل. وحقق معجم النظام المكون من 417 كلمة معدل دقة معتمد بنسبة 75.53٪. وتمثل هذه النتائج خطوة كبيرة إلى الأمام في محاكاة لغة الإشارة القائمة على الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد مع توفر فرص لمزيد من التحسين والتطوير.

الكلمات الرئيسية: لغة الإشارة العربية الجزائرية، شخصية افتراضية ثلاثية الأبعاد، نظام تدوين هامبورغ، مجتمع الصم، نظام الترجمة.

1. المقدمة:

لقد خلق صعود التكنولوجيا الرقمية فرصًا غير مسبوقة لإزالة عوائق التواصل وتعزيز الشمولية وإمكانية النفاذ. ويتبر سد فجوة التواصل مع مجتمع الصم مجالاً بالغ الأهمية حيث تتمتع التكنولوجيا فيه بالقدرة على إحداث تغيير كبير. وتعد لغات الإشارة وهي لغات بصرية يتم تأديتها من خلال إيماءات اليد وحركات الجسم وتعابير الوجه جزء لا يتجزأ من الحياة اليومية لملايين الصم على مستوى العالم. ومع ذلك فإنه يمكن أن تعيق الاختلافات بين لغات الإشارة إلى جانب نقص الفهم الشامل لها التواصل الفعال بين مستخدمي لغة الإشارة والأفراد غير الملمين بهذه اللغات.

وتشرح هذه الدراسة كيفية إنشاء نظام ترجمة آلي مخصص للغة الإشارة العربية الجزائرية (ALSL) باستخدام تكنولوجيا الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد. ويسعى المشروع إلى معالجة أوجه القصور في التواصل لمستخدمي لغة الإشارة العربية الجزائرية من خلال توفير حل قائم على شخصية افتراضية ثلاثية الأبعاد تجسد بشكل ديناميكي ودقيق إشارات لغة الإشارة العربية الجزائرية باستخدام هندسة الأنظمة المتطورة وتقنيات الويب. وتقدم تقنية الترجمة الديناميكية تجربة مستخدم مرضية وتضمن تجسيدا مرئيًا دقيقًا للغة الإشارة العربية الجزائرية مما يحسن إمكانية النفاذ لكل المستخدمين الصم وغير الصم.

وتساعد هذه الورقة القراء على فهم كيفية إنشاء نظام ترجمة ثلاثي الأبعاد مبني على الشخصية الافتراضية للغة الإشارة العربية الجزائرية (ALSL). وتبدأ الورقة بنظرة عامة على لغات الإشارة مع التركيز على السياق التاريخي والجوانب البنيوية للغة الإشارة الجزائرية ثم تقدم تحليلًا للأدبيات ذات الصلة حول التقدم المحرز في ترجمة لغة الإشارة وتكنولوجيا الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد. ويحدد قسم تصميم النظام البنية والأهداف وخيارات التصميم الحاسمة لتطوير منصة قابلة للنفاذ في حين يوضح قسم التنفيذ الإجراءات الفنية بما في ذلك الأجهزة والبرامج وآلية التقاط الحركة لتنفيذ الإيماءات. ويعتمد كل جزء على الجزء السابق لطرح استراتيجية موحدة لتحسين التواصل داخل مجتمع الصم في الجزائر.

2. الخلفية

تم الاعتراف بلغة الإشارة رسميًا كلغة رئيسية للصم في الجزائر كما نص على ذلك القانون الصادر في 8 مايو 2002. وقد اشتُقت لغة الإشارة الجزائرية (ALSL) من لغة الإشارة الفرنسية (Langue des Signes Française, LSF).

ويسلط تاريخ لغة الإشارة الجزائرية وتطورها الضوء على اختلافاتها الإقليمية وافتقارها إلى التوحيد. إن عدم تجانس هذه اللغة يميزها عن غيرها ويستحق المزيد من الدراسة لفهم الاختلافات الإقليمية وتأثيرها على اللغة بشكل عام.

وتتضمن بعض اختلافات لغة الإشارة الجزائرية: لغة الإشارة الجزائرية في الأغواط والتي يستخدمها العديد من الصم في المحافظة والمناطق المجاورة بما في ذلك المدن والقرى المختلفة [13]. وتُستخدم لغة الإشارة الجزائرية في وهران على نطاق واسع من قبل مجتمع الصم في شمال الجزائر وخاصة في وهران [11]. كما أن مجتمع الصم في أدرار الواقعة في جنوب الجزائر يستخدم لغة الإشارة الجزائرية [15]. وقد أنتجت المؤسسة الوطنية للاتصال الإعلامي في الجزائر أول قاموس للغة الإشارة الجزائرية في عام 2017 [17]. ويتضمن القاموس صورًا لمفردات لغة الإشارة مصحوبة بتعليقات توضيحية باللغتين العربية والفرنسية. ويفتقر هذا القاموس إلى قواعد النحو والعبارات البنوية فهو يستخدم بدلاً من ذلك قواعد اللغة العربية وبنيتها للتعبير عن المعنى بلغة الإشارة [17].

يتم استخدام الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد بشكل متزايد لتلبية الاحتياجات التعليمية للطلاب الصم وضعاف السمع الذين غالبًا ما يعانون من الأمية اللغوية المنطوقة [5]. وتعد لغات الإشارة ضرورية لتواصلهم وتمكين التفاعل داخل مجتمعاتهم ومع الآخرين [23]. وبهدف دعم التكامل الاجتماعي تم تطوير أنظمة تفسير لغة الإشارة لتحويل النص والكلام إلى لغة إشارة من خلال الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد مما يسهل التعليم وإمكانية النفاذ والبحث [25]. وتساعد هذه الأنظمة أيضًا في توثيق لغات الإشارة والحفاظ عليها للأجيال القادمة [23، 25].

إن الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد هي نتيجة إعادة إنشاء ثلاثية الأبعاد لشخصية حقيقية أو متخيلة في العالم الرقمي. ويمكن للفنان إنشاء هذا النوع من الشخصيات التي يتم إنشاؤها كلياً بواسطة الكمبيوتر أو تكرارها كنموذج ممسوح ضوئيًا لشخصية ما. وتتكون الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد عادةً من شبكة هندسية في وضع محايد مع أنسجة وآلية تركيب الجلد لمحاكاة الحركة الواقعية. وتضيف العناصر الأساسية مثل المواد والنسيج والإكسسوارات (الملابس والشعر) الواقعية لهذه الشخصية.

لقد مكنت التطورات الأخيرة في التقنية ثلاثية الأبعاد من إنشاء شخصيات افتراضية ثلاثية الأبعاد لها تطبيقات في مختلف المجالات مثل الألعاب والبيئات الافتراضية والأزياء والرعاية الصحية والجيش. ويمكن تخصيص هذه الشخصيات لتناسب الاحتياجات الفردية من حيث الحجم والوظائف المحددة وتطوير التطبيقات مثل تشخيص الأمراض [2، 6]. ويستخدم نظام الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد تنسيقات ملفات مثل (FBX) و(Autodesk) و(OBJ) و(Wavefront) و(glTF) و(Khronos Group) لتبادل بيانات الهندسة والرسوم المتحركة. كما مكنت التطورات في مجال المسح الضوئي بالليزر والمسح الضوئي بالضوء الأبيض والتصوير الفوتوغرامتري والرؤية الآلية من التقاط بيانات ثلاثية الأبعاد عالية الدقة ودعم مجالات متعددة بدءاً بالهندسة الطبية الحيوية ووصولاً إلى إنتاج الأفلام [9].

3. الأعمال ذات الصلة

حقق الباحثون تقدمًا كبيرًا في تصميم أنظمة لمحاكاة وترجمة لغات الإشارة باستخدام مجموعة متنوعة من التقنيات والأساليب. فقد طور (Bouzid et al.) نظام لغة الإشارة العربية على الويب والذي يستخدم لغة كتابة الإشارات وصور رمزية ثلاثية الأبعاد منخفضة التعدد للتمثيل المرئي [3]. وساهم عثمان وآخرون بشكل كبير في تدوين لغة الإشارة العربية من خلال إنشاء نموذج ترجمة آلية جديد قائم على XML [21].

واستخدم (Kaur et al.) تقنية (SiGML) وتطبيق (JA Signing) لترجمة كلمات لغة الإشارة الهندية [12]. وأنشأ (Punchimudiyanse et al.) تطبيق بايثون وبليندر لتمثيل الكلمات بلغة الإشارة السنهالية (SSL) دون الحاجة إلى التقاط الفيديو أو الحركة [22].

استخدم (Gonçalves et al.) غونسالفيس وآخرون C++ ومحرك الرسوم المتحركة (Irrlicht) لإنتاج رسوم متحركة ثلاثية الأبعاد للصور الرمزية للغة الإشارة البرازيلية [10]. كما استخدم (Da et al.) نظام تدوين هامبورغ لترجمة لغة الإشارة الفيينية إلى رسوم متحركة ثلاثية الأبعاد لأخبار التلفزيون [4].

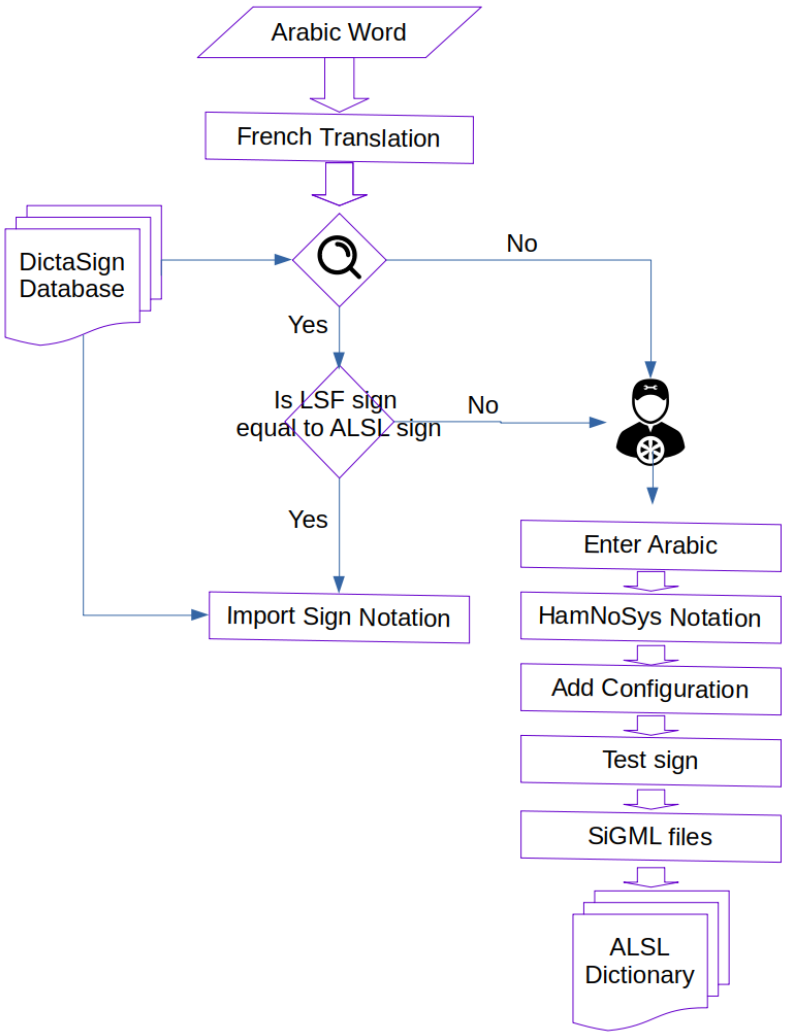
أنشأ (Al-Barahamtoshya et al.) نظامًا لترجمة النص العربي إلى لغة الإشارة العربية (ARSL) والذي تضمن وحدة نطق وقواعد تحويلية [1]. وطور (Luqman et al.) نظامًا لمصطلحات لغة الإشارة العربية للتعبير بكفاءة عن الإشارات والكلمات العربية [14].

واستخدم (Brour et al.) مقاطع فيديو ونظامًا قائمًا على القواعد لتمثيل لغة الإشارة العربية بدقة [16].

وقد أطلق مركز مدى للتكنولوجيا المساعدة مشروع "بوحمد" وهو أول مترجم افتراضي ثلاثي الأبعاد للغة الإشارة القطرية (QSL) في قطر. ويدمج هذا المشروع بين الذكاء الاصطناعي والتقاط الحركة لتقديم ترجمة في الوقت الفعلي من النص العربي إلى لغة الإشارة القطرية (QSL). وهو يدعم الترجمة الآلية عبر الإنترنت ويتيح إمكانية النفاذ لمجتمع الصم في قطر من خلال السماح بالتفاعلات الرقمية عبر مختلف القطاعات [20]. وقد بحث [19] في عمل متصل في مدى تقبل الصم وضعاف السمع في قطر للمترجمين الافتراضيين وتحديدًا بو حمد المعدل ثقافيًا. وتشير النتائج إلى أنه كان لدى المشاركين في الغالب مشاعر إيجابية فيما يتعلق بالمترجم الافتراضي وقدرته على تحسين إمكانية النفاذ.

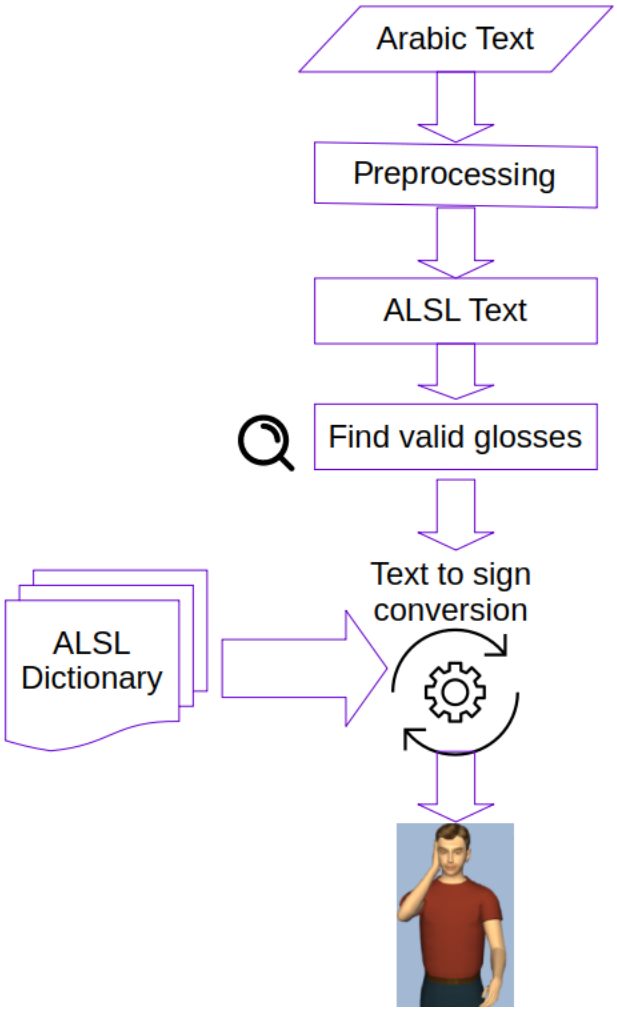
4. المنهجية المقترحة

تركز منهجيتنا على تطوير قاموس شامل للغة الإشارة الجزائرية (ALSL) كما هو موضح في الشكل 1. وقد تم إنشاء هذا القاموس من مجموعة بيانات موجودة مسبقًا لمقاطع فيديو لغة الإشارة الموضحة باستخدام تدوين (HamNoSys). ومن خلال استخدام أوجه التشابه اللغوي بين لغة الإشارة الجزائرية ولغة الإشارة الفرنسية (LSF) فإننا نقوم على الفور باستيراد تدوينات (HamNoSys) من مجموعة البيانات للكلمات المشتركة بين اللغتين. ويساعد خبراء لغة الإشارة الجزائرية في الإضافة اليدوية للإدخالات الجديدة وتحرير المصطلحات العربية غير الموجودة في مجموعة بيانات (DictaSign) مما يضمن الدقة والشمول.



الشكل 1. عملية إنشاء قاموس لغة الإشارة الجزائرية

وتتضمن المرحلة التالية تحويل تدوينات (HamNoSys) المجمعة إلى (SiGML) وهي لغة ترميز مناسبة لعرض الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد. ويقوم المتخصصون في لغة الإشارة الجزائرية بتقييم القاموس الناتج للتأكد من دقته. كما أنشأنا نظامًا لتحويل النص العربي إلى رسوم متحركة ثلاثية الأبعاد بلغة الإشارة الجزائرية مع بنية النظام الموضحة في الشكل 2. ويقوم هذا النظام أولاً بمعالجة النص مسبقًا وإجراء بحث في القاموس في معجم لغة الإشارة الجزائرية وأخيرًا ترجمة تدوينة (SiGML) المناسبة إلى حركة الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد. وتسعى هذه المنهجية المتكاملة لبناء القاموس وتطوير النظام إلى إنشاء منصة ترجمة ديناميكية قابلة للنفاذ من قبل مستخدمي لغة الإشارة الجزائرية الناطقين باللغة العربية.



الشكل 2: بنية النظام

5. التنفيذ

يقدم القسم التالي نظرة عامة شاملة على عملية تطوير نظام الترجمة الآلية للغة الإشارة العربية الجزائرية (ALSL) مع تسليط الضوء على التحديات التي واجهتنا والحلول التي تم تطبيقها.

أدوات التطوير

تتضمن طريقة نظام التدوين (NSM) استخدام لغات البرمجة مثل JavaScript وHTML وCSS. ونذكر هنا الأدوات المستخدمة لتنفيذ طريقة نظام التدوين (NSM) لترجمة كلمات للغة الإشارة العربية الجزائرية عبر الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد:

• (HamNoSys): يستخدم نظام تدوين هامبورغ (HamNoSys) لتشفير إيماءات لغة الإشارة [18].

• (SigML): تحول لغة ترميز إيماءات الإشارة (SigML) تدوينات (HamNoSys) إلى رسوم متحركة تعرضها الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد. ويضمن هذا الجسر بين الأوصاف النصية والتمثيل المرئي تقديم رسوم متحركة دقيقة ومتسقة لتمثيل الإيماءات [8].

• محرر (eSIGN): تُستخدم هذه الأداة لإنشاء قواميس لغة الإشارة وإدارتها وهي ضرورية لضمان دقة وشمولية إيماءات لغة الإشارة العربية التي تؤديها الشخصية الافتراضية [27].

• مشغل (CWASA SIGML): إن مشغل (SIGML) هو أداة تُستخدم لتمثيل بيانات لغة الإشارة المشفرة بلغة (SiGML) (لغة ترميز إيماءات الإشارة). ويشكل هذا المشغل جزءًا من نظام (CWASA) (نظام التأشير الافتراضي للغة الإشارة CWA) الأوسع والذي يقوم بأداء لغة الإشارة الطبيعية باستخدام شخصيات بشرية افتراضية.

• نظام التأشير الافتراضي (CWASA): يعزز نظام (CWASA) قدرات الإشارة المرئية الشخصية الافتراضية مما يسمح لها بأداء إيماءات لغة الإشارة العربية المعقدة بسلاسة وطبيعية. ويضمن هذا النظام أن تكون الإيماءات واقعية ومعبرة وتلتزم بفوارق لغة الإشارة [26].

خطوات الحل

يقدم هذا القسم الفرعي وصفًا شاملاً لتنفيذ اقتراحنا باستخدام طريقة نظام التدوين (NSM). ونحدد هنا كل خطوة منهجية متبعة ونقدم تفاصيل محددة بشأن الأساليب المستخدمة في كل مرحلة تطويرية والتي تغطي:

• جمع البيانات: جمع وتنظيم البيانات اللازمة لتطوير نظام ترجمة دقيق.

• بناء قاموس ترجمة لغة الإشارة العربية الجزائرية: تطوير قاموس مصمم للغة الإشارة العربية الجزائرية (ALSL) لتعزيز القدرة على الترجمة.

• ترجمة (HamNoSys) إلى (SiGML): تحويل تدوينات (HamNoSys) إلى (SiGML) وهو تنسيق مناسب لعرض الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد.

• معالجة النصوص: تحليل النص المدخل لضمان الترجمة والعرض الدقيقين.

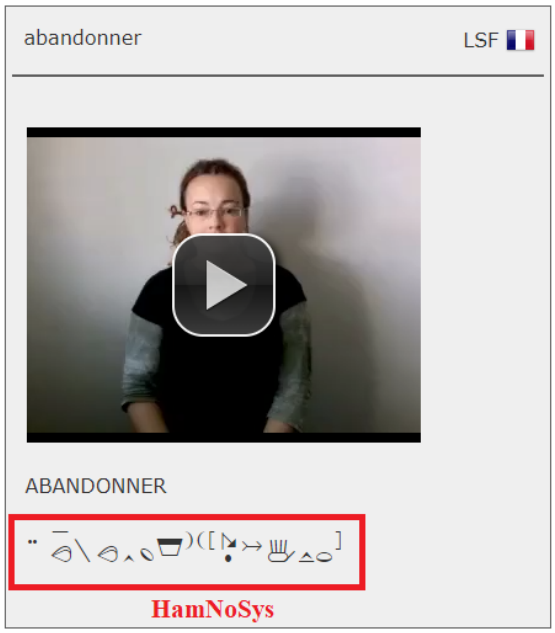
• واجهة المستخدم (UI) المستمدة من (CWASA): إنشاء واجهة بديهية تعتمد على بنية (CWASA) لتحسين إمكانية النفاذ والمشاركة.

جمع البيانات

• مصادر البيانات: اعتمد نهجنا بشكل أساسي على مجموعة بيانات (DictaSign). وتتضمن هذه المجموعة 1000 عنصر معجمي مترجمة إلى أربع لغات إشارة مختلفة مع التركيز في بحثنا على ما يعادلها في لغة الإشارة الفرنسية. وقد قمنا بالتعاون مع فريق من الخبراء بترجمة أكثر من 300 كلمة من مجموعة البيانات ومواءمة أداء الإشارة بين لغة الإشارة الجزائرية ولغة الإشارة الفرنسية [7].

• توفر مجموعة البيانات مقاطع فيديو لإيماءات لكل كلمة جنبًا إلى جنب مع تدوينات من (HamNoSys) ولنأخذ على سبيل المثال في الشكل 3 كلمة "give up" باللغة الفرنسية (LSF).

الشكل 3: تمثيل لكلمة (Abandonner) "يستسلم" بلغة الإشارة الفرنسية عبر مقطع فيديو وتدوينات (HamNoSys).



وقد استخدمنا مقاطع فيديو لمؤديين أصليين للغة الإشارة الجزائرية للكلمات غير المدرجة في مجموعة بيانات (DictaSign). فقد حصلنا على سبيل المثال على مقاطع فيديو من صفحة الفيسبوك الخاصة بلغة الإشارة الجزائرية [24] والتي تعرض بانتظام كلمات عربية يتم أداؤها إلى جانب الإشارات المقابلة لها في لغة الإشارة الجزائرية كما هو موضح في الشكل 4.

الشكل 4: إيماءات لغة الإشارة الجزائرية للتعبير عن " عيد الأضحى "

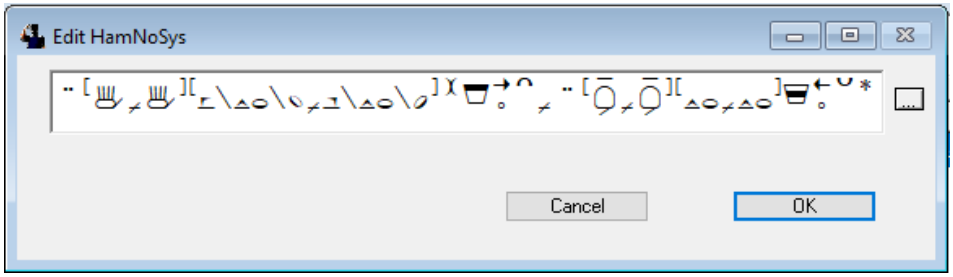
2.1. إنشاء قاموس لغة الإشارة الجزائرية

يتم التركيز في هذه المرحلة على الخطوة الأولى لبناء قاموس لغة الإشارة الجزائرية والتي تتضمن ترجمة مدخلات المفردات (التي تمثل الكلمات العربية) بناءً على نظام (HamNoSys) باستخدام محرر (eSign).

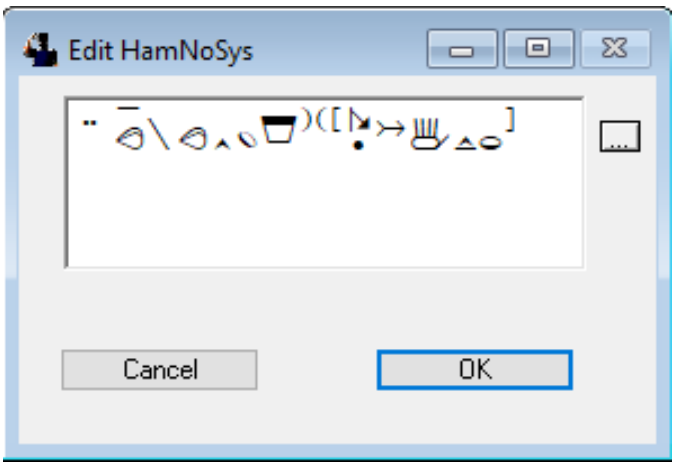
ويوضح الشكل 5 ترجمة (HamNoSys) لكلمة "أسرة" في لغة الإشارة الجزائرية باستخدام طريقة الترجمة اليدوية كما يوضح الشكل 6 ترجمة (HamNoSys) المستوردة لكلمة "يستسلم" "Abandonner" في لغة الإشارة الفرنسية باستخدام طريقة الاستيراد.

نفاذ – الإصدار 28

الشكل 5: ترجمة (HamNoSys) اليدوية لكلمة "أسرة" في لغة الإشارة الجزائرية



الشكل 6: ترجمة (HamNoSys) المستوردة لكلمة "يستسلم" "Abandonner " في لغة الإشارة الفرنسية



الاختبار والتحقق

وبعد إدخال الكلمة العربية في القاموس قمنا بتقييم أداء الشخصية الافتراضية لحركة لغة الإشارة باستخدام نظام (HamNoSys) المرتبط بالكلمة. وقد تم إجراء هذا التقييم من خلال وظيفة "Sign" في محرر (eSign) وعرض النتائج عبر تطبيق مشغل (CWASA Sigml). وقمنا بعد ذلك بالتحقق من دقة الترجمة من خلال مقارنة تسجيلات الفيديو للمؤشرين بلغة الإشارة الجزائرية الأصلية أو عن طريق طلب التعليقات من الخبراء في لغة الإشارة الجزائرية.

2.2. ترجمة (HamNoSys) إلى (SIGML)

وبعد الانتهاء من الخطوة الأولى لبناء القاموس يتم حفظ بيانات الترجمة في هذه المرحلة على شكل ملفات (SiGML) بناءً على نظام (HamNoSys) والتي يمكن قراءتها بواسطة الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد. وعند وصف عملية ترجمة تسميات (HamNoSys) التوضيحية إلى ملفات (SiGML) وتفاعل الشخصية الافتراضية مع هذه الملفات يتم تحويل تدوينات (HamNoSys) إلى (SiGML) وهو تنسيق يستند إلى (XML) عن طريق مطابقة الرموز مع علامات (SiGML) المقابلة لها. ويُستخدم هذا التنسيق لإنشاء برنامج عرض ثلاثي الأبعاد للتمثيلات الرسومية بلغة الإشارة. ويتم بعد ذلك استخدام ملف (SiGML) لتحريك الإيماءات من خلال شخصية افتراضية يتم التحكم فيها بواسطة تطبيق (CWASA SiGML Player).

ويستخدم نظام (CWASA) تقنيات الجافا سكريبت (JavaScript) و(WebGL) لترجمة (SiGML) إلى تمثيلات رسومية عبر الشخصية الافتراضية في الوقت الفعلي على التطبيقات المستندة إلى الويب. وترسل تطبيقات العميل بيانات (SiGML) عبر (TCP/IP) إلى الخادم الذي يقوم بمعالجتها للتحكم في حركات الشخصية الافتراضية. ويمكن لـ(CWASA) أيضًا استخدام (XMLHttpRequest) لاستحضار ملفات (SiGML) ديناميكيًا أو تحديث إعدادات الشخصية الافتراضية مما يعزز تفاعل المستخدم ويضمن العرض الفعال لحركات تأشير لغة الإشارة.

2.3. معالجة النصوص

وبهدف تقليل المشكلات التي يواجهها المستخدمون فقد اعتمدنا في هذه المرحلة على تطوير خوارزميات محددة لمعالجة المدخلات النصية باللغة العربية. حيث تتم معالجة النص العربي مسبقًا باستخدام التعبير العادي لتنقيح النص. كما قمنا باستخدام خوارزمية النافذة المنزلقة (**Sliding Window**) لمعالجة مشكلة التعرف الدقيق على عبارات مثل "بعد غد" في مدخلات النص العربي والتي يتم فصلها بمسافات وبالتالي قد يتم التعامل معها بشكل غير صحيح ككيانات منفصلة.

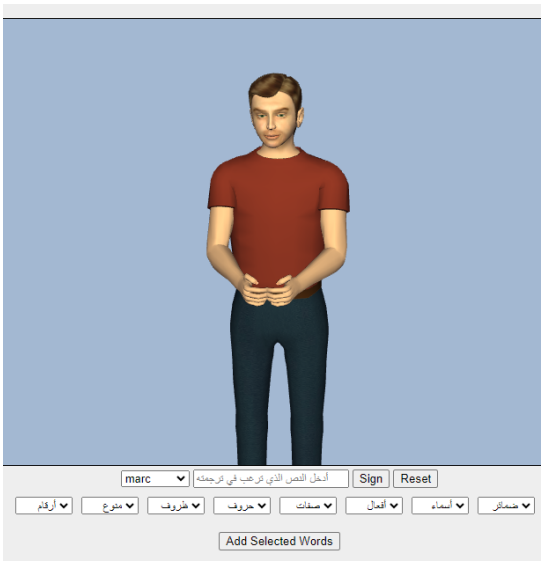
2.4. واجهة المستخدم المستندة إلى (CWASA)

تصميم واجهة المستخدم

تم تصميم واجهة المستخدم (UI) لنظام ترجمة لغة الإشارة الجزائرية العربية الآلي لتكون بديهية وسهلة الاستخدام مما يسمح للمستخدمين بإدخال النص العربي ومشاهدة إشارات لغة الإشارة

الجزائرية (ALSL) المقابلة التي يتم إجراؤها بواسطة الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد. وقد تم دمج (CWASA) "محاذاة الأحرف والكلمات والمترجم الافتراضي" في واجهة المستخدم لتمثيل إيماءات لغة الإشارة عبر الشخصية الافتراضية ثلاثية الأبعاد (انظر الشكل 7).

الشكل 7: واجهة مستخدم نظام المترجم الجزائري الافتراضي ثلاثي الأبعاد المستند إلى (CWASA)



6. الاختبارات

تم تفعيل نظام الترجمة لغة الإشارة الجزائرية على الموقع الإلكتروني حتى يتمكن المستخدمون من اختباره والاطلاع على جميع أجزاءه المختلفة. كما تم التعاون مع متخصصي ترجمة لغة الإشارة الجزائرية من مدرسة الأطفال الصم ببني سليمان وجمعية ولاية البويرة المتخصصة في ترجمة لغة الإشارة.

وقد جرى اكتشاف مشكلات في المزامنة على مستوى اختبار التكامل للتفاعل بين محرك الترجمة والتمثيلات الرسومية ثلاثية الأبعاد للشخصية الافتراضية. ومع ذلك تم حل هذه المشكلات من خلال تحسين بروتوكولات الاتصال بين الوحدات المختلفة. كما تم التأكيد على أن يكون التدفق المتضمن مدخلات النص العربي وصولاً إلى التمثيلات الرسومية ثلاثية الأبعاد للشخصية الافتراضية سلسًا مع عرض الإيماءة الصحيحة.

يؤكد اختبار تقبل المستخدم على سهولة استخدام الواجهة مع ترجمات واضحة ووقت ترجمة معقول. وقد أدت تعليقات المستخدمين إلى تغييرات في تخطيط لوحة التحكم. وتم اجتياز جميع الاختبارات على مستوى المكونات مع تصحيح المشكلات الأولية من خلال تحسين كود معالجة المدخلات. كما أدى تحسين الوحدة إلى القضاء على مشكلات المزامنة بين محرك الترجمة والتمثيلات الرسومية ثلاثية الأبعاد للشخصية الافتراضية.

وبهدف ضمان دقة الترجمة وأهميتها الثقافية فقد قمنا بالتعاون بشكل وثيق مع خبراء في لغة الإشارة الجزائرية (ALSL). وتضمنت هذه المرحلة اختبارًا صارمًا لنظام الترجمة باستخدام مسرد شامل لمفردات لغة الإشارة الجزائرية. وكانت تعليقات الخبراء جوهرية لتحسين النظام ودقته.

يعرض الجدول التالي (الجدول 1) نتائج اختبارات النظام بناءً على تعليقات الخبراء في ترجمة لغة الإشارة الجزائرية.

وقد وصلت الدقة الإجمالية لنظام ترجمة لغة الإشارة الجزائرية الخاص بنا = 75.53%.

الجدول 1. تقييم القاموس

الفئات	اختبار الخبير	صحيح	النسبة	ترجمة غير صحيحة
الضمائر	جيد	3/3	100%	-
الأسماء	جيد	219/227	96.48%	أستاذ ألم، أم، إشارة، اقتصاد، امرأة، يونيو، مكتبة
الأفعال	جيد	76/78	97.44%	لا يعلم، يأخذ
الصفات	جيد	40/44	90.91%	آخر، صعب، مريض
الأدوات	جيد	11/12	91.67%	كيف
الظروف	جيد	14/17	82.35%	أمام، تحت، صباح
متنوعة	جيد	11/15	73.33%	فقط، مرة أخرى، مرحبا، من فضلك
الأرقام	جيد	19/21	90.48%	90 ,40
المجموع		315/417	75.53%	

7. الخاتمة

يعد نظام ترجمة لغة الإشارة العربية الجزائرية الآلي خطوة كبيرة إلى الأمام في تعزيز التواصل بين مجتمع الصم في الجزائر. وقد نجحت هذه الدراسة باستخدام طريقة نظام الترميز (NSM) في تطوير برنامج يترجم النص العربي إلى حركات لغة الإشارة الجزائرية بشكل دقيق وسلس والتي يتم تنفيذها بواسطة شخصية افتراضية ثلاثية الأبعاد.

وقد حقق القاموس الذي يتكون من 417 كلمة نسبة دقة تم التحقق منها بلغت 75.53%. وتشير هذه النتائج إلى خطوة كبيرة إلى الأمام في محاكاة لغة الإشارة ثلاثية الأبعاد القائمة على الشخصية الافتراضية مع احتمالات لمزيد من التحسين والنمو.

وتمت معالجة العديد من العقبات أثناء التنفيذ بما في ذلك الافتقار إلى مجموعات بيانات لغة الإشارة الجزائرية عالية الجودة وتعقيد تقنيات التقاط الحركة وتعقيدات الترجمة الفعالة وأداء إيماءات لغة الإشارة.

نوصي بالتركيز في المستقبل على توسيع مجموعة بيانات لغة الإشارة الجزائرية وتعزيز الواقعية والدقة في رسوميات الشخصية الافتراضية وتحسين أداء النظام عبر الأنظمة الأساسية المختلفة. سيكون التعاون مع مجتمع لغة الإشارة العربية الجزائرية إلى جانب مواصلة تحسين واجهة المستخدم ضروريًا للحفاظ على أهمية النظام وفعاليته.

شكر وتقدير.

نتقدم بخالص الشكر للسيد يوسف بن يحيى على مساهماته المتخصصة في الشخصية الافتراضية والرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد الخاصة بنا. ونتقدم بشكر خاص للسيدة ضربو مروة التي أدى تفانيها كأخصائية في لغة الإشارة إلى تحسين جودة أكثر من 300 إيماءة بلغة الإشارة الجزائرية (ASL) بشكل كبير. كما أننا ممتنون أيضًا لمعلمي مدرسة الصم في بني سليمان المدية على ملاحظاتهم الأساسية أثناء اختبار النموذج الأولي.

المراجع