مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(11) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (11) 2022

دراسات تجريبية لقفاز ذكي للصم و البكم لتحويل لغة الإشارة إلى كلام

د. فادي متوج *

د. فاتن عجيب **

(تاريخ الإيداع 2022/5/29 . قُبِل للنشر في 2022/11/6)

□ ملخّص□

يؤدي فقدان القدرة على الكلام أو السمع إلى ظهور نتائج نفسية واجتماعية على الأشخاص المصابين ناجم عن ضعف التواصل الاجتماعي. غالبية الأشخاص الذين يعانون من ضعف في النطق والسمع لا يمكنهم القراءة أو الكتابة باللغة العادية. لغة الإشارة SL(Sign Language) هي اللغة الأم التي يستخدمها الصم والبكم للتواصل مع الآخرين، وهي تعتمد بشكل أساسي على الإيماءات بدلاً من التعبير الصوتي لنقل المعنى، حيث تجمع بين استخدام أشكال الأصابع وحركات اليد وتعبيرات الوجه. تحتوي هذه اللغة على العيوب الرئيسية التالية: الكثير من حركات اليد، المفردات المحدودة، وصعوبة التعلم. علاوة على ذلك، فإن لغة الإشارة ليست مألوفة بالنسبة لأولئك الذين لا يعانون من الصمم والبكم، فيواجه المعوقون صعوبات كبيرة في التواصل مع الأفراد السليمين. وبالتالي، يحتاج الأشخاص البكم إلى استخدام جهاز مترجم للتواصل مع الأفراد القادرين على الكلام.

هناك فوائد عديدة لاستخدام هذا الجهاز من بينها إلغاءالحاجة إلى معالجة معقدة للبيانات، إزالة القيود الحركية مثل الجلوس خلف مكتب أو كرسي، لا يتأثر التعرف على شكل اليد بحالة الخلفية ، وهو قفاز خفيف الوزن ويمكن حمله. يعتبر بحثنا مساهمة تهدف الى تطوير قفاز مجهز بحساسات وعناصر الكترونية للتعرف على لغة الإشارة وتحويلها الى كلام .

الكلمات المفتاحية : لغة الإشارة – الصمم وفقدان السمع– القفاز الذكي.

*دكتور مدرس في قسم هندسة الميكاترونيك في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين.

**دكتورة مدرسة في قسم الهندسة الطبية في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة دمشق.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(11) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (11) 2022

Experimental studies of a smart glove for the deaf and dumb to convert sign language into speech

Dr. Fadi Motawej *
Dr. Faten Ajeeb * *

(Received 29/5/ 2022 . Accepted 6/11/ 2022)

□ ABSTRACT

The loss of the ability to speak or hear has psychological and social effects on affected persons due to poor social communication. The majority of people with speech and hearing impairments cannot read or write in normal language. Sign Language (SL) is the native language used by the deaf and mute to communicate with others. It is mainly based on gestures rather than vocal expression to convey meaning, combining the use of finger shapes, hand movements and facial expressions. This language has the following major drawbacks: lots of hand movements, limited vocabulary, and difficulty of learning. Moreover, SL is not so familiar to those who are not deaf and dumb, disabled people have great difficulties communicating with healthy individuals. Thus, dumb people need to use a translator device to communicate with individuals who are able to speak. The many benefits of using such a device include eliminating the need for complex data processing, removing of movement constraints such as sitting behind a desk or chair, hand shape recognition is not affected by background condition. The glove is a lightweight and portable. Our research is a contribution aimed at developing a glove equipped with sensors and electronic elements to recognize sign language and convert it into speech.

Key words: Sign Language - Deafness and hearing loss- smart glove.

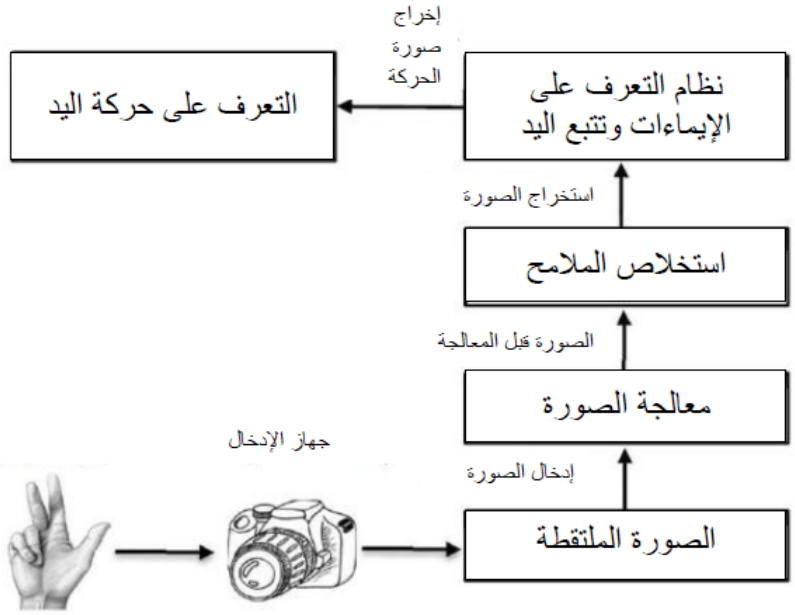
* Doctor in the Department of Mechatronic Engineering at the Faculty of Mechanical and Electrical Engineering- Tishreen University
** Doctor in the Department of biomedical Engineering at the Faculty of Mechanical and Electrical Engineering- Damascus University

مقدمة:

وفقًا لإحصائيات منظمة الصحة العالمية، يعاني حوالي 70 مليون شخص في العالم من الصمم والبكم.تشير التقديرات إلى أنه بحلول عام 2050 سيعاني أكثر من 700 مليون شخص – أو واحد من كل عشرة أشخاص – من ضعف السمع [1]. غالبية الأشخاص الذين يعانون من ضعف في النطق والسمع لا يمكنهم القراءة أو الكتابة باللغة العادية. تعتبر لغة الإشارة (SL) هي اللغة التي يستخدمها الصم والبكم للتواصل مع الآخرين، وهي تعتمد بشكل أساسي على الإيماءات بدلاً من التعبير الصوتي لنقل المعنى، حيث تجمع بين استخدام أشكال الأصابع وحركات اليد وتعبيرات الوجه [2]. تعاني هذه اللغة منعدة عيوب من بينها: الكثير من حركات اليد، والمفردات المحدودة، وصعوبة التعلم. بالإضافة إلى ذلك، فإن لغة الإشارة ليست ممفهومة بالنسبة لأولئك الذين لا يعانون من الصمم والبكم، فيعاني المعوقون صعوبات كبيرة في التواصل مع الأفراد السليمين. يؤثر حاجز الاتصال هذا سلبًا على حياة الأشخاص الصم وعلاقاتهم الاجتماعية [3]. وبالتالي، يحتاج الأشخاص البكم إلى استخدام أداة للتواصل مع الأفراد القادرين على الكلام، ويمكن تحقيق ذلك من خلال تطوير قفاز مجهز بحساسات ودارة إلكترونية.

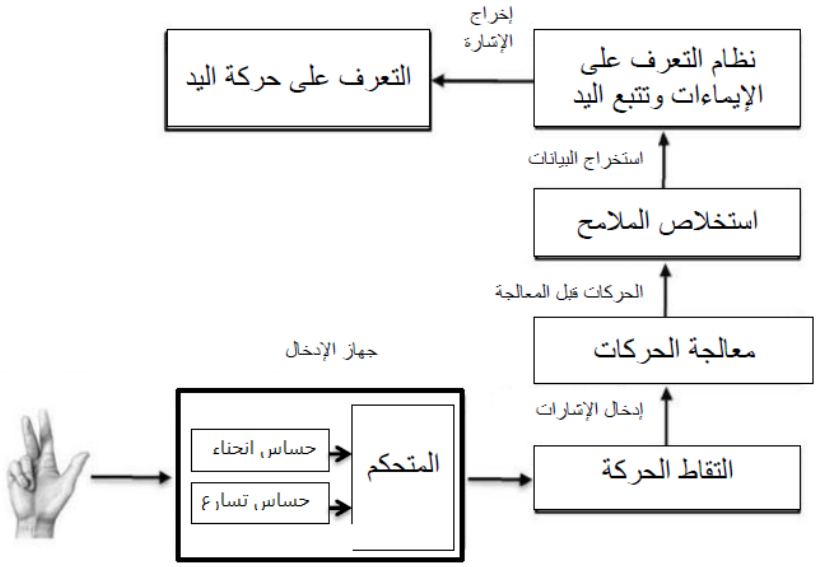
تعد أنظمة التعرف على لغة الإشارة (SignLanguage Recognition) القائمة على القفازات الحسية من بين أهم الطرق الهادفة إلى الحصول على بيانات من حركة اليد البشرية. في معظم الأبحاث التي تندرج ضمن هذا المجال تم تبني ثلاثة طرق، وهي المعتمدة على الرؤية، المعتمدة على الحساسات، أو الاثنين معاً لالتقاط شكل اليد والتعرف على معاني الإيماءات المقابلة [4].

تستخدم الأنظمة المعتمدة على الرؤية(الشكل 1) الكاميرات كأدوات أساسية للحصول على بيانات الإدخال الضرورية. تتمثل الميزة الرئيسية لاستخدام الكاميرا في أنها تزيل الحاجة إلى أجهزة الاستشعار في القفازات الحسية وتقلل من تكاليف بناء النظام. تعتبر الكاميرات رخيصة الثمن، وتستخدم أجهزة الكمبيوتر المحمولة كاميرات عالية الدقة بسبب التشويش الذي تسببه كاميرات الويب. ومع ذلك، على الرغم من المواصفات العالية، التي تمتلكها معظم كاميرات الهواتف الذكية ، هناك العديد من المشكلات مثل مجال الرؤية المحدودة للكاميرا، والكلفة الحسابية العالية [5]، والحاجة إلى كاميرات متعددة للحصول على نتائج جيدة (بسبب مشاكل العمق والانحجاب) [6]؛ هذه المشكلات متأصلة في هذا النظام وتجعله غير ذي جدوى لتطوير تطبيقات التعرف في الزمن الحقيقي ([1] ، [2]).



الشكل (1). مخطط يوضح خطوات المعالجة المستخدمة في النظام القائم على الرؤية.

يعد استخدام نوع معين من القفازات المجهزة بحساسات مختلفة(الشكل 2)، مثل حساسات الانحناء (أو الثني)، وحساسات قياس التسارع (Accelerometr)، طريقة بديلة للحصول على البيانات المتعلقة بالإيماءات. يتم استخدام هذه الحساسات لقياس زوايا الانحناء للأصابع، والتباعد بين الأصابع، واتجاه (لفة، ميلان، وانعراج) المعصم. تختلف درجات الحرية (Degree of Freedom) التي يمكن تحقيقها باستخدام هذه القفازات من 5 إلى 22، اعتمادًا على عدد الحساسات المتضمنة في القفاز. تتمثل الميزة الرئيسية للأنظمة القائمة على القفازات بالمقارنة مع تلك القائمة على الرؤية في أن القفازات يمكنها مباشرةً إعطاء البيانات المطلوبة (درجة الانحناء، درجة الميلان، وما إلى ذلك) والتعبير عنها بقيم جهد كهربائي في جهاز الحاسوب [7]، مما يلغي الحاجة لمعالجة البيانات الخام و تحويلها إلى قيم ذات معنى. على النقيض من ذلك، تحتاج الأنظمة المرتكزة على الرؤية إلى تطبيق خوارزميات تتبع واستخلاص ميزات محددة على مقاطع الفيديو الخام، وبالتالي زيادة الكلفة الحسابية [8].



الشكل (2). مخطط يوضح خطوات المعالجة المستخدمة في النظام القائم على القفازات

يوجد العديد من رسائل التخرج المنجزة في قسم الهندسة الطبية في جامعة دمشق([9]،[10]) استخدمت تقنيات مختلفة يعتمد أغلبها على تحويل لغة الإشارة إلى نص او صوت.

المكونات الرئيسية للقفاز الذكي:

يتكون نظام التعرف المعتمد على القفازات المقترح في هذا البحث من ثلاث وحدات رئيسية: الإدخال والمعالجة والإخراج.

- وحدة الإدخال: يتم من خلالها الحصول على البيانات باستخدام حساس الانحناء Flex الذي يلعب الدور الرئيسي في قياس بيانات اليد حيث يحدد مقدار انحناء الإصبع، تعتمد تقنية حساس Flex على عناصر الكربون المقاومة (الشكل 3). عند انثناء الركيزة، ينتج الحساس مقاومة مرتبطة بنصف قطر الانحناء حيث كلما كان نصف القطر أصغر، كلما زادت قيمة المقاومة. حساس الانحناء رفيع للغاية وخفيف الوزن، لذلك فهو مريح جدًا.

الشكل (3). حساس الانحناء.

- وحدة المعالجة: تعالج بيانات الحساسات باستخدام متحكم صغري. المتحكم الصغري هو عقل النظام المسؤول عن جمع البيانات من الحساسات التي يوفرها القفاز وإجراء المعالجة المطلوبة لهذه البيانات من أجل التعرف على الإشارة ونقلها إلى منفذ الإخراج لتقديمها في المرحلة النهائية. تم استخدام منصة إلكترونية مفتوحة المصدر تسمى Arduino. تتوفر العديد من لوحات Arduino في السوق مثل Arduino Nano و Uno و Mega وغيرها. على سبيل المثال، يعتمد Arduino Uno (الشكل 4) على متحكم صغري ATmega328P وله 14 مداخل / مخارج رقمية، 6 مداخل تشابهية، هزاز كريستالي بتردد 16 ميجاهرتز، واتصال عن طريق USB.

- وحدة الإخراج: تقوم بعرض الإيماءات المصنفة على شاشة LCDاو هاتف ذكي.

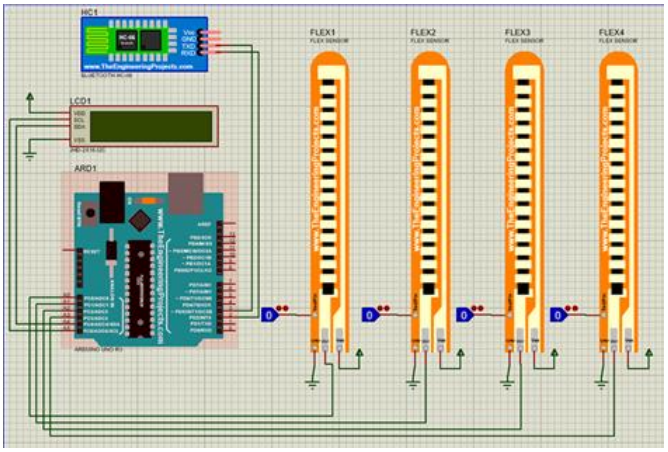
الشكل (4). لوحة Arduino Uno.

يتكون القفاز من أربعة حساسات انحناء بتغذية (5 فولت) موصولة إلى المداخل التشابهية للمتحكم (Arduino Uno) بغرض أخذ قيمة الانحناء للحساس وبالتالي معرفة حالة الإصبع المتوضع عليه الحساس.يبلغ طول الحساس 11.43 سم و يتكون من مادة كربونية توضع فوق شريط من البلاستيك. يعمل هذا الحساس كمقاومة متغيرة تتغير بشكل خطي مع تغير زاوية انحنائه.

وتم اعتبار ثلاث وضعيات لكل اصبع بحيث يكون الاصبع الممدود حالة والاصبع في الوضعية القائمة حالة ثانية والاصبع المضبوب بشكل كامل حالة ثالثة. و تجدر الإشارة إلى أنه لم يتم استخدام حساس التسارع في بحثنا و اقتصر البحث على استخدام حساس الانحناء لتقليل تعقيد الجهاز و تقليل التكلفة الاجمالية.

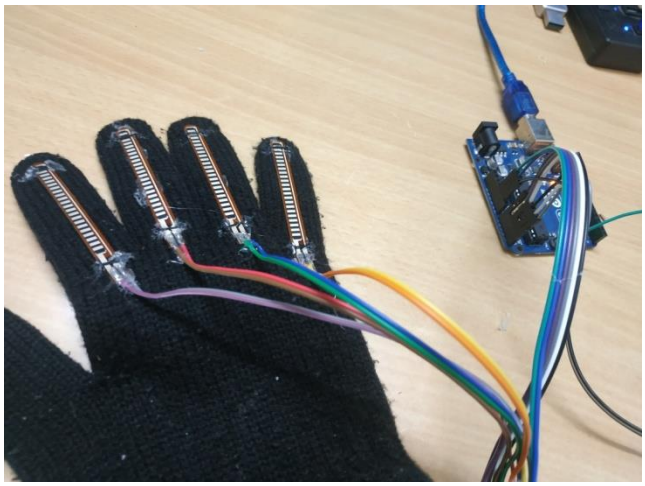
يوضح الشكل (5) طريقة التوصيل المعتمدة وتظهر الشاشة الكريستالية التي تعتمد بتوصيلها على بروتوكول IIC أو ما يسمى I2Cاوهو عبارة عن بروتوكول اتصال تسلسلي يستخدم سلكين للاتصال مخصص فقط للاتصالات قصيرة المسافة حيث يفيد هذا البروتوكول بتقليل عدد التوصيلات وزيادة سرعة نقل البيانات بين المتحكم والشاشة.علما أن مسافة الشاشة عن المتحكم أثناء الوصل باستخدام هذا البروتوكول يجب ألا تتجاوز 10سم وذلك تخفيفا للتشويش ولضمان جودة العمل. كما تظهر في الشكل طريقة توصيل حساسات الانحناء إلى المداخل التماثلية في المتحكم الصغري، و تظهر شريحة البلوتوث HC-05التي توصل برجلين من الارجل الرقمية للمتحكم.

يتم تدفق البيانات وفق التسلسل التالي: يقرأ المتحكم قيم الحساسات الموجودة على القفاز و يقوم بمقارنة هذه القيم مع قيم مرجعية لتحديد الحرف المطلوب حيث يقوم المتحكم بعرض الحرف على شاشة الإظهار و بنفس الوقت يقوم المتحكم بإرسال هذا الحرف إلى تطبيق الموبايل عبر شريحة البلوتوث HC-05.



الشكل (5). توصيلات العناصر المستخدمة في البحث

ويوضح الشكل (6) تموضع حساسات الانحناء المستخدمة على الكف الصوفي، حيث اعتمدنا على الكف اليميني بالاستخدام لأننا فرضنا أن النسبة الأكبر من المستخدمين يعتمدون على اليد اليمنى أكثر من اليد اليسرى، وتظهر الأردوينو في أقصى يمين الصورة.

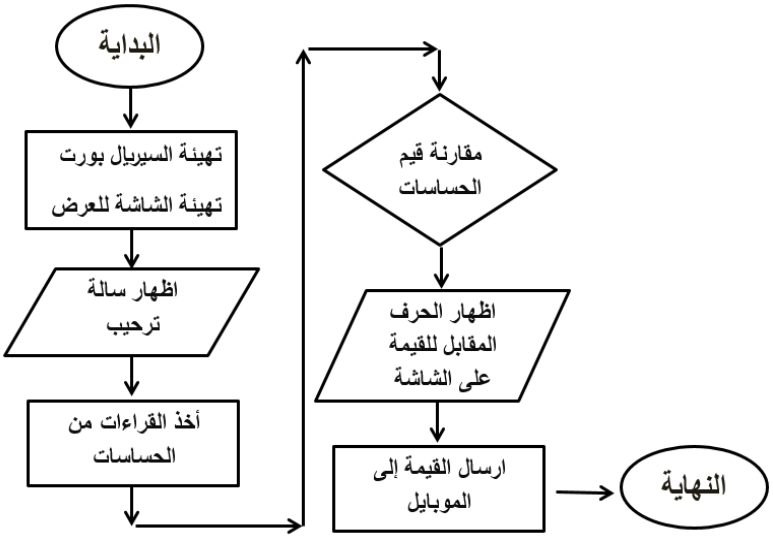


الشكل (6). صورة تظهر القفاز الذكي.

مبدأ عمل القفاز:

يوضح الشكل (7) المخطط التدفقي لعمل القفاز و يمكن تلخيصه كما يلي:

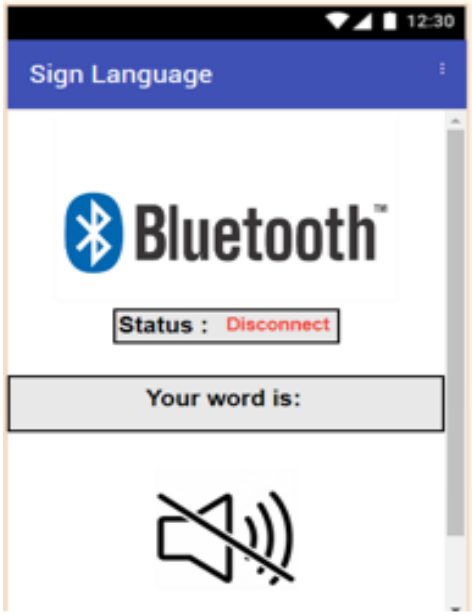
- قراءة قيمة المداخل التشابهية المتصلة بالحساسات والتي تقرأ القيم من (0–1023) بشكل طبيعي ولكن هذه القيم غير مفيدة في حالة المقارنة التي استخدمناها، لذلك وجب تحويلها إلى مجالات أخرى حيث أصبح الخرج إما (1) أو (2) أو (0) بناء على وضعية الحساس أي ثلاث قيم لثلاث وضعيات للحساس، إما الحساس في وضعية تمدد ويأخذ القيمة (2)، أو في وضعية زاوية قائمة ويأخذ القيمة (1)، أو بوضعية انثناء تام ويأخذ القيمة (0).



الشكل (7). المخطط التدفقي لعمل القفاز.

- مقارنة قراءة الحساسات الأربعة، واختيار الحرف المقابل لوضعية الأصابع، فمثلا إن الحرف (ب) هو المقصود عندما تكون جميع الأصابع مطوية عدا السبابة حيث تكون في الوضعية الممدودة، وهكذا بالنسبة لباقي الحروف.

تم تصميم تطبيق أندرويد على منصة App Inventor بهدف استدعاء ميزة التعرف على النصوص من موقع google وتحويلة إلى كلام و بالتالي فإن وجود الانترنت ضروري لعمل الجهاز. واضح من الشكل (8) أننا صممنا واجهة أندرويد بسيطة تظهر اللوغو الشهير للبلوتوث وتحتها حالة الاتصال بالموديول في حال كان الاتصال محقق سيوضح ذلك بالون الأخضر وإلا سيكتب باللون الأحمر أنه لم بتم الاتصال. ويظهر مستطيل لعرض النص المستقبل من الأردوينو، وتحته رمز الصوت لنطق النص المستقبل.



الشكل (8). واجهة تطبيق الأندرويد.

النتائج والمناقشة:

للتأكد من دقة القفاز قمنا باختبار 8 من أحرف لغة الإشارة العربية (الأحرف من أ إلى د) عن طريق تكوين الإيماءات المعنية بشكل متكرر وملاحظة عدد المرات التي ترجمها البرنامج بدقة. اختبرنا كل إشارة 50 مرة، و بالتالي بلغ حجم عينة الاختبار 400 عينة. شارك بإجراء الاختبارات 5 أشخاص متطوعين من الصم و البكم(3 ذكور و 2 إناث) تتراوح أعمارهم بين 29 و 41 عام. يبين الجدول(1) النتائج التي تم الحصول عليها من الاختبارات حيث تراوحت الدقة بين 92% و 96%.

الحرف المطلوب ترجمته	عدد مرات الترجمة الصحيحة	عدد مرات الترجمة الخاطئة	الدقة %
أ	48	2	96
ب	47	3	94
ت	47	3	94
ث	48	2	96
ج	46	4	92
ح	48	2	96
خ	47	3	94
د	48	2	96

الجدول (1) موثوقية القفاز الذكي.

بالإضافة إلى ذلك، تم إجراء اختبارات على القفاز للتأكد من أنه يلبي مواصفات وأهداف التصميم الأولية من حيث سهولة الاستخدام، سهولة الحمل، التكلفة، الموثوقية، والجمالية.

سهولة الاستخدام: تعتمد سهولة الاستخدام على سرعة الترجمة وتقليل صعوبة الحصول على ترجمات دقيقة واستبدال البطاريات. لم تتم إضافة أي أزرار إضافية، أو خطوات، أو أي شيء من هذا القبيل لبدء الترجمة. كان الشرط الوحيد لترجمة إشارة البدء هو أن القفاز يعمل عن طريق وضع مفتاح الطاقة الخاص إلى الوضع ON ثم إقتران الهاتف بإشارة Bluetooth الخاصة به، حيث يمكن لأي شخص يتقن لغة الإشارة استخدام الجهاز بدون الحاجة لأي تدريب خاص على استخدامه. فيما يتعلق بالبطاريات ، يعمل القفاز بشكل جيد للغاية. حيث أن وجود بطارية بعمر طويل سيقلل من مشكلة استبدال البطاريات بشكل مستمر. تستمر بطارية القفاز نظريًا حوالي 9 ساعات. وقد تم تأكيد ذلك من خلال عشرات ساعات الاختبار، حيث تم استخدم كل مجموعة من البطاريات لمدة 7 ساعات على الأقل دون الحاجة إلى استبدالها وهي متوفرة في السوق المحلية.

قابلية الحمل: إن القفاز خفيف الوزن وسهل الإرتداء. منذ بداية هذا البحث ، حاولنا التأكد من أن القفاز سيكون قابلا للحمل، بحيث يمكن استخدامه في الحياة الواقعية. يمكن اعتبار القفاز قابلاً للحمل لأنه لاسلكي و صغير الحجم. تم تنفيذ نظام الإخراج النهائي عبر البلوتوث إلى تطبيق الهاتف الذكي، لذلك لم تكن هناك حاجة لتوصيل القفاز بأي كابلات، حيث أن كل شيء ضروري لترجمة الإشارة كان جزءا من القفاز نفسه. فقد حاولنا جعله أصغر ما يمكن. جميع الأسلاك المستخدمة هي أسلاك قطرها صغير. كما أن حساسات الانحناء هي رقيقة للغاية مثل الورق مما يجعله قابلا للحمل بالفعل.

التكلفة: حاولنا قدر الامكان جعل تكلفة القفاز منخفضة لا سيما عند مقارنته بمبلغ المال والوقت الذي يصرفه المرء عند استئجار مترجم في أي حالة معينة، والتي يمكن أن تتجاوز بكل تأكيد تكلفة هذا القفاز.تبلغ التكلفة التقريبية للجهاز مع البطاريات حوالي 180000 ليرة سورية.

الموثوقية: كانت أهم مواصفات التصميم التي يجب الوفاء بها لإكمال هذا القفاز هي موثوقيته. لم يكن من المهم فقط أن القفاز لديه طريقة ما لإخراج إشارة مترجمة فقط، بل يجب عليه أيضًا ترجمة الإشارة بشكل صحيح باستمرار. القفاز لديه القدرة على العمل لاسلكيا عبر البلوتوث 100٪ من الوقت. باستخدام البلوتوث مع تطبيق الأندرويد ، تم التوصل لإخراج العلامة المترجمة كنص إلى تطبيق هاتف ذكي عبر البلوتوث ، وبالتالي استيفاء الجانب الأول من مواصفات الموثوقية.

الجمالية: باعتبار أنه تم تطوير هذا القفاز ليصبح منتجًا في السوق، فمن المستحسن أن يكون ذلك مقبول من الناحية الجمالية بحيث يميل الناس إلى شرائه بسهولة أكبر، ومن الأفضل أن يبدو مثل أي قفاز آخر. جزء من جماليات هذا القفاز يتجلى بإمكانية ارتدائه. هذا يعني أنه يجب ألا يحتوي على أي مكونات تعوق حركة القفاز أثناء الاستخدام حيث أن القفاز خفيف الوزن وسهل الإرتداء.

الخلاصة:

قمنا في هذا البحث بتطوير قفاز ذكي للصم و البكم و إجراء دراسات تجريبية عليه بهدف تحديد مدى تلبيته للمواصفات المختلفة وأهداف التصميم الأولية من حيث سهولة الاستخدام، سهولة الحمل، التكلفة، والموثوقية، حيث جاءت النتائج مطابقة للمواصفات المطلوبة.

المراجع:

1. Word Health Orgnanization. Deafness and Hearing Loss. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss (accessed on 13 January 2022).

2. Sharma,V Kumar,V Masaguppi, S.C Suma, M Ambika, D 2013 Virtual Talk for Deaf, Mute, Blind and Normal Humans,Proceedings of the Texas Instruments India Educators' Conference (TIIEC), Bangalore, India, pp. 316–320.

3. Bhatnagar, VS Magon, R Srivastava, R Thakur, M.K2015 A cost effective Sign Language to voice emulation system, Proceedings of the Eighth International Conference on Contemporary Computing (IC3), Noida, India, 20–22 , pp. 521–525.

4. LaViola, J1999 A Survey of Hand Posture and Gesture Recognition Techniques and Technology .Brown University: Providence, RI, USA . Volume 29.

5. Kumar,P Gauba, H Roy, P.P Dogra, D.P 2017A multimodal framework for sensor based sign language recognition. Neurocomputing, 259, 21–38

6. Luqman, H Mahmoud, S.A. 2017Transform-based Arabic sign language recognition. Procedia Comput. Sci. 117, 2–9

7. Vijayalakshmi, P Aarthi, M 2016Sign language to speech conversion. Proceedings of the International Conference on Recent Trends in Information Technology, Chennai, India, pp. 1–6.

8. Phi, L.T Nguyen, H.D Bui, T.Q Vu, T.T2015A glove-based gesture recognition system for Vietnamese sign language. Proceedings of the 15th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), Busan, Korea, pp. 1555–1559.

9. خضور أحمد، الموعد فاطمة ، الجمعة أماني ، السعد علي 2021 تصميم و تنفيذ قفاز ذكي لمساعدة الأشخاص الصم و البكم من خلال تحويل لغة الإشارة إلى نص و صوت. مشروع تخرج كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية ، جامعة دمشق.

10. لالا بسام، قصاب كمال ، الحوراني محمد ، قصيباتي محمد 2020 قفاز ذكي لمساعدة الصم و البكم على تعزيز التواصل مع البشرمن خلال لغة الإشارة. مشروع تخرج كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية ، جامعة دمشق.