

PHÁT TRIỂN BẢNG CHỮ NỔI BRAILLE VIỆT NAM DỰA TRÊN CƠ CẤU PHẢN HỒI XÚC GIÁC

DEVELOPMENT OF A SMART VIETNAMESE BRAILLE BOARD BASED ON TACTILE MECHANISM

Lê Hoàng Thanh Nhật¹, Nguyễn Phước An¹,
Nguyễn Trường Thịnh^{2,*}

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2024.026>

TÓM TẮT

Mắt không nhìn thấy luôn là một bất lợi và trở ngại đối với người khiếm thị trong công việc và học tập, ảnh hưởng đến chất lượng cuộc sống và sinh hoạt hàng ngày. Để cải thiện điều này, một bảng chữ nổi Braille tiếng Việt nhằm hỗ trợ công việc học tập cho người khiếm thị trong thời đại kỹ thuật số. Bảng này có thể kết hợp các thuật toán trí tuệ nhân tạo (AI) tiên tiến để điều khiển các cơ cấu phản hồi xúc giác giúp cho người khiếm thị thuận lợi học chữ nổi tiếng Việt. Bảng tích hợp với các cảm biến và bộ cơ cấu chấp hành tiên tiến. Các thực nghiệm tại phòng thí nghiệm và thực tế đã chứng minh rằng bảng chữ nổi Braille tiếng Việt nhận và hiển thị tín hiệu từ máy tính chính xác và đáp ứng nhanh các ký tự chữ nổi thông qua bộ truyền động điện tử. Cơ cấu phản hồi xúc giác đảm bảo rằng các chấm chữ nổi có độ bền, thân thiện với người sử dụng mang lại trải nghiệm phong phú và phù hợp với xúc giác trên các đầu ngón tay người khiếm thị. Hơn nữa, bảng chữ nổi Braille tiếng Việt tích hợp cả module nhận và truyền tín hiệu, cho phép phát ra âm thanh giúp nâng cao kỹ năng nghe và đọc hiểu cho người khiếm thị.

Từ khóa: Chữ Braille Việt, bảng thông minh, mù, khiếm thị, cơ cấu phản hồi xúc giác.

ABSTRACT

Visual impairment is always a disadvantage and obstacle for individuals with visual impairments in their work and education, affecting the quality of their daily life and activities. To address this, a Vietnamese Braille raised letter board has been developed to support learning and work for the visually impaired in the digital age. This board can incorporate advanced artificial intelligence (AI) algorithms to control tactile feedback mechanisms, facilitating the learning of Vietnamese Braille characters for the visually impaired. The board is integrated with advanced sensors and actuation mechanisms. Both laboratory and real-world experiments have demonstrated that the Vietnamese Braille raised letter board accurately receives and displays signals from a computer and quickly responds to Braille characters through an electromagnetic drive system. The tactile feedback mechanism ensures that the raised Braille dots are durable and user-friendly, providing a rich sensory experience on the fingertips of the visually impaired users. Furthermore, the Vietnamese Braille raised letter board also includes modules for signal reception and transmission, enabling the emission of sound to enhance listening and reading comprehension skills for the visually impaired individuals. This innovation aims to empower visually impaired individuals, allowing them to access educational materials and information more effectively and independently.

Keywords: Vietnamese Braille, smart board, blindness, visual impaired, tactile mechanism.

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. HCM

²Viện Công nghệ Thông minh và Tương tác, Trường Đại học Kinh tế TP. HCM

*Email: thinhnt@ueh.edu.vn

Ngày nhận bài: 15/6/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 20/9/2023

Ngày chấp nhận đăng: 20/01/2024

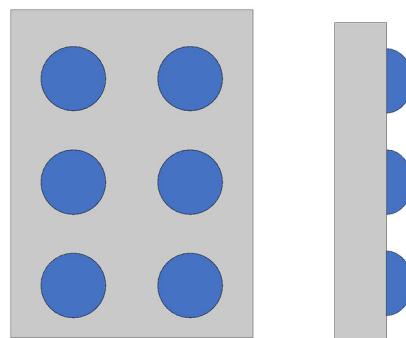
1. GIỚI THIỆU

Trong thế giới đang phát triển nhanh chóng ngày nay, suy giảm thị lực vẫn là một thách thức đáng kể ảnh hưởng đến một phần đáng kể dân số toàn cầu. Tính đến năm 2021, ước tính có khoảng 2,2 tỷ người trên toàn thế giới mắc một số dạng suy giảm thị lực nhìn gần hoặc nhìn xa, với 45 triệu người sống trong tình trạng mù hoàn toàn [1]. Thật không may, gánh nặng suy giảm thị lực do các cá nhân ở các quốc gia có thu nhập thấp hoặc trung bình gánh chịu một cách không tương xứng, chiếm khoảng 90% dân số bị ảnh hưởng [2]. Ví dụ, Việt Nam phải đối mặt với một loạt thách thức liên quan đến suy giảm thị lực. Với dân số mù khoảng 3 triệu người vào năm 2018, quốc gia này phải vật lộn với tỷ lệ việc làm chỉ 20% cho những người khiếm thị [3]. Một trong những trở ngại chính cản trở việc giáo dục những người khiếm thị là sự khan hiếm các nguồn lực để tiếp cận phù hợp với nhu cầu riêng của họ. Các thiết bị hỗ trợ đọc như kính lúp và giấy chuyên dụng thường được yêu cầu, khiến cho việc học của những người khiếm thị trở nên tốn kém hơn đáng kể so với những người bình thường [4]. Hơn nữa, việc có được thiết bị điện tử được thiết kế đặc biệt để hỗ trợ học sinh khiếm thị có thể là một nhiệm vụ khó khăn do các chương trình giáo dục hỗ trợ thị giác và tài nguyên trực tuyến còn hạn chế. Màn hình chữ nổi có thể làm mới đặc biệt đáng chú ý trong bối cảnh

này, vì chúng dựa vào mã chữ nổi - một hệ thống trong đó các dấu chấm nổi lên đại diện cho các chữ cái riêng lẻ trong bảng chữ cái. Những màn hình này cho phép người mù đọc và hiểu văn bản viết, mở ra những con đường mới để giao tiếp và truy cập thông tin. Bằng cách sử dụng phản hồi xúc giác, màn hình chữ nổi có thể làm mới cho phép người dùng khám phá và giải thích văn bản thông qua cảm ứng, tái tạo trải nghiệm đọc cho những người khiếm thị. Cách tiếp cận này không chỉ trao quyền cho các cá nhân khiếm thị tham gia vào thông tin văn bản mà còn thúc đẩy các cơ hội biết chữ và giáo dục. Bằng cách kết hợp các thuộc tính độc đáo của cảm ứng và hệ thống chữ nổi đã được thiết lập, các thiết bị xúc giác này thu hẹp khoảng cách giữa nhận thức thị giác và xúc giác, nâng cao cuộc sống và triển vọng giáo dục của những người mù. Màn hình chữ nổi tiếng Việt có thể làm mới cung cấp một giải pháp độc đáo và hiệu quả cho những người khiếm thị, sử dụng cấu trúc ô trong đó mỗi ký tự được biểu thị bằng cấu hình các dấu chấm nổi lên theo cách sắp xếp các dấu chấm 3x2. Một lợi thế đáng kể của các màn hình này là bản chất động của chúng, cho phép thể hiện các văn bản khác nhau bằng cùng một thiết bị. Tính linh hoạt này cung cấp cho người dùng khiếm thị khả năng truy cập và hiểu các tài liệu bằng văn bản khác nhau một cách hiệu quả. Bản chất tương tác của màn hình chữ nổi thúc đẩy sự hiểu biết sâu sắc hơn về nội dung bằng văn bản bằng cách cho phép người dùng chủ động khám phá và giải thích văn bản thông qua cảm ứng [5]. Bằng cách sử dụng xúc giác, những người khiếm thị có thể điều hướng qua các ký tự, từ và câu chữ nổi, nâng cao trải nghiệm đọc của họ và tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình học tập. Cách tiếp cận thực hành này không chỉ thúc đẩy các kỹ năng đọc viết mà còn trao quyền cho những người khiếm thị truy cập và tiếp thu thông tin một cách độc lập [6]. Hiệu quả và sự hài lòng của người dùng liên quan đến các thiết bị chữ nổi càng làm nổi bật tầm quan trọng của việc học dựa trên xúc giác và giá trị của việc kết hợp khám phá xúc giác vào các chiến lược giáo dục dành cho người khiếm thị. Bằng cách tận dụng sức mạnh của cảm ứng, màn hình chữ nổi thông minh tiếp tục đóng một vai trò quan trọng trong việc tăng cường khả năng tiếp cận, cơ hội giáo dục và chất lượng cuộc sống chung cho những người khiếm thị. Việc nghiên cứu các thiết bị chữ nổi có thể làm mới một ô hứa hẹn sẽ khắc phục những hạn chế của hệ thống chữ nổi truyền thống, bao gồm chi phí, độ phức tạp của thiết kế, tính di động và mức tiêu thụ điện năng. Nó cũng có khả năng nâng cao tốc độ đọc và sự thoải mái của người dùng [7]. Nhiều bộ truyền động với kích thước cực nhỏ khác nhau đã được đề xuất để điều khiển các chấm chữ nổi, nhưng trong số đó, bộ truyền động áp điện [8, 9] và bộ truyền động điện từ đã nổi lên như những lựa chọn thiết thực nhất để phát triển thiết bị hiển thị chữ nổi cho người khiếm thị. Mặc dù các bộ truyền động áp điện rất tốt trong việc điều khiển các chấm chữ nổi, nhưng chúng có nhược điểm như quy trình sản xuất phức tạp và chi phí đắt đỏ, khiến những người khiếm thị có thu nhập thấp ở các quốc gia đang phát triển khó tiếp cận chúng [10, 11]. Ngược lại, màn hình chữ nổi điện từ [12-16] mang lại những lợi thế khác biệt, bao gồm chi phí

sản xuất thấp, độ tin cậy cao và tuổi thọ lâu dài. Những màn hình này đại diện cho một bước đột phá quan trọng trong việc phát triển các thiết bị chữ nổi hiệu suất cao và giá cả phải chăng. Solenoids là bộ truyền động cơ điện bao gồm một cuộn dây điện từ và một pít tông. Khi dòng điện được gửi qua cuộn dây, từ trường thu được sẽ hút pít-tông vào ống bọc bên trong cuộn dây, do đó chuyển đổi năng lượng điện thành chuyển động tuyến tính. Vì tải trọng cho phép của solenoid được xác định bởi lực đẩy của ngón tay con người, yếu tố chu kỳ nhiệm vụ là yếu tố quyết định chính. Trong solenoid DC, cuộn tự cảm tạo ra các hiện tượng dao động điện áp ngược cao khi solenoid tắt và trường từ của bộ cảm ứng sụp đổ. Để ngăn ngừa hiện tượng gây hỏng kết nối chuyển mạch do hiện tượng hỏa lực, các thiết bị chống tràn nên được sử dụng, đặc biệt là trong các ứng dụng mà solenoid được bật/tắt liên tục với tốc độ cao. Nhận thức về tầm quan trọng của hiệu quả chi phí, công việc nghiên cứu của chúng tôi được thúc đẩy bởi nhu cầu phát triển một bộ kích điện từ tiết kiệm chi phí có thể giảm đáng kể giá thành của các thiết bị hiển thị chữ Braille. Tập trung vào việc phát triển các bộ kích điện từ có giá cả phải chăng, chúng tôi nhằm giải quyết các rào cản về khả năng tiếp cận giới hạn, làm cho các thiết bị hiển thị chữ Braille phổ biến hơn và bao gồm nhiều người mù, đặc biệt là ở các môi trường có hạn chế tài nguyên. Bằng cách giảm chi phí sản xuất mà không ảnh hưởng đến hiệu suất và đáng tin cậy, chúng tôi hoạch định mở đường cho thế hệ mới của các thiết bị hiển thị chữ Braille có thể tạo ảnh hưởng tích cực đến cuộc sống của những người mù trên toàn thế giới.

2. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG



Hình 1. Khoảng cách và kích thước của các chấm nổi trong ký tự Braille

Hệ thống chữ nổi sử dụng một hệ thống ghi nhãn nhất quán và phổ biến trong đó một ký tự bao gồm 6 dấu chấm được sắp xếp theo cấu hình 2 cột, 3 hàng. Các dấu chấm này được gắn nhãn dựa trên vị trí của chúng trong ký tự, bắt đầu với dấu chấm trên cùng bên trái là "a" và tiếp tục với "b", "c",... như thể hiện trong hình 1. Hệ thống ghi nhãn được tiêu chuẩn hóa này hỗ trợ đáng kể cho những người khiếm thị trong việc học và hiểu ngôn ngữ chữ nổi. Để đảm bảo tính đồng nhất và tuân thủ các tiêu chuẩn chất lượng, Cơ quan chữ nổi Bắc Mỹ (BANA) [17] đã thiết lập một bộ quy tắc và quy định toàn diện về kích thước, khoảng cách và khoảng cách giữa các dấu chấm và ký tự trong chữ nổi. Các tiêu chuẩn này, được xây dựng trong bảng 1, hướng dẫn thiết kế và triển khai màn hình chữ nổi. Điều quan trọng cần lưu ý là

các quốc gia khác nhau có thể có các tiêu chuẩn cụ thể của riêng họ, nhưng bất kể khu vực nào, các yêu cầu này phải được đáp ứng để đảm bảo tính nhất quán và khả năng sử dụng. Hơn nữa, điều đáng nói là chữ nổi trên giấy cũng tuân theo bộ tiêu chuẩn riêng, nhấn mạnh tầm quan trọng của việc duy trì tính nhất quán trong trải nghiệm đọc bằng xúc giác trên các phương tiện khác nhau. Khi phát triển một trình đọc chữ nổi động, điều cần thiết là phải đáp ứng các thông số kỹ thuật về khoảng cách, khoảng cách và chiều cao bắt buộc được nêu trong các tiêu chuẩn liên quan. Bằng cách đảm bảo tuân thủ các nguyên tắc này, trình đọc chữ nổi có thể cung cấp trải nghiệm đọc mượt mà và chính xác cho những người khiếm thị, cho phép họ truy cập thông tin hiệu quả và hiệu quả.

Bảng 1. Các thông số của bảng chữ nổi Braille tiếng Việt

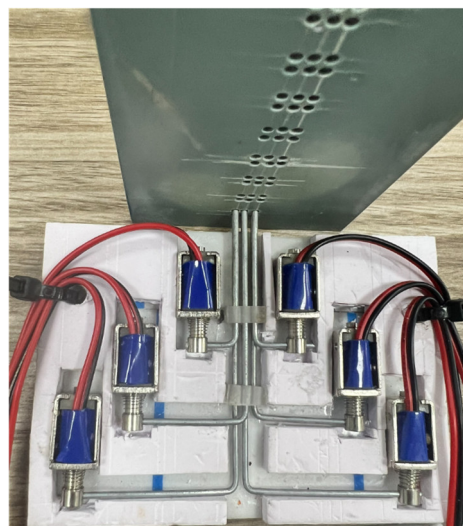
Thông số	Giá trị
Chấm nổi	1,5 - 1,6mm
Khoảng lõi của chấm nổi	0,6 - 0,9mm
Khoảng cách giữa các chấm nổi	2,3 - 2,5mm
Khoảng cách giữa các kí tự	6,1 - 7,6mm
Lực của các chấm nổi	> 140mN
Tần số quét	30 - 50Hz

Để phù hợp với tính chất nhỏ gọn của ngôn ngữ chữ nổi và đáp ứng các tiêu chuẩn về kích thước, một phương pháp khác sẽ được sử dụng để sắp xếp các cuộn dây điện từ. Do các cuộn dây điện từ đang được sử dụng nhỏ và không thể khớp chặt với nhau bên dưới ký tự chữ nổi trong khi tuân thủ các yêu cầu về kích thước, một giải pháp thay thế sẽ được triển khai. Để đảm bảo các cuộn dây điện từ được đặt cách nhau một cách thích hợp, phương pháp phân lớp sẽ được áp dụng. Các cuộn dây điện từ sẽ được cố định ở các độ cao khác nhau và các chốt có độ dài khác nhau sẽ được gắn vào các dấu chấm, cho phép cấu hình xếp chồng lên nhau. Bằng cách sử dụng nhiều lớp, các cuộn dây điện từ có thể căn chỉnh theo các tiêu chuẩn chữ nổi mà không cản trở lẫn nhau. Cấu trúc sẽ bao gồm bốn lớp: lớp bề mặt hiển thị, lớp 1, lớp 2 và lớp 3. Mỗi lớp sẽ kiểm soát các dấu chấm cụ thể trong ký tự chữ nổi. Lớp 1 sẽ điều khiển các chấm "d" và "f", lớp 2 sẽ điều khiển các chấm "a" và "e" và lớp 3 sẽ điều khiển các chấm "b" và "c". Lớp cảm ứng sẽ kết hợp tấm bên ngoài và các dấu chấm được hiển thị, đảm bảo trải nghiệm đọc trơn tru và liền mạch cho người dùng. Cách tiếp cận sáng tạo này đối với việc sắp xếp các nam châm điện trong cấu trúc phân lớp cho phép tuân thủ hiệu quả các tiêu chuẩn chữ nổi trong khi vẫn duy trì thiết kế nhỏ gọn và thân thiện với người dùng. Bằng cách kiểm soát chính xác vị trí của các solenoid trên các lớp khác nhau, thiết bị có thể thể hiện chính xác các ký tự chữ nổi và cung cấp cho những người khiếm thị trải nghiệm đọc bằng xúc giác đáp ứng các tiêu chuẩn bắt buộc.

Để kích hoạt chuyển động động của các chấm chữ nổi và tạo các ký tự chữ nổi, một cơ chế điều khiển sẽ được triển khai cho từng chấm. Mỗi cơ chế truyền động sẽ bao gồm một số thành phần, bao gồm nam châm từ, tay đòn hình chữ L, lò xo hồi vị và dấu chấm chữ nổi. Khi cuộn điện từ được

kích hoạt bằng cách cấp nguồn, một trường điện từ được tạo ra, dẫn đến lực kéo lên của cánh tay hình chữ L. Chuyển động đi lên này nâng cánh tay lên, sau đó đẩy dấu chấm chữ nổi lên trên lớp cảm ứng. Kết quả là, dấu chấm trở nên lộ ra, cho phép hình thành và đọc các ký tự chữ nổi. Ngược lại, khi cuộn điện từ mất điện, lò xo hồi vị sẽ hoạt động. Lực của lò xo làm cho cánh tay hình chữ L hạ xuống, cho phép chấm chữ nổi trở về trạng thái trung lập dưới tác động của trọng lực. Cơ chế này đảm bảo rằng dấu chấm vẫn ở vị trí ban đầu khi không được nâng lên chủ động, duy trì tính toàn vẹn và rõ ràng của màn hình chữ nổi. Xem xét có sáu dấu chấm trong một ký tự chữ nổi, thiết bị sẽ kết hợp "n" cơ chế điều khiển riêng biệt, mỗi cơ chế chịu trách nhiệm kiểm soát chuyển động của một dấu chấm cụ thể. Các cơ chế này hoạt động đồng bộ để tạo và hiển thị các ký tự chữ nổi mong muốn, cho phép những người khiếm thị đọc và hiểu thông tin xúc giác một cách hiệu quả. Để đảm bảo chức năng và khả năng sử dụng của màn hình chữ nổi, điều cần thiết là cân bằng và kiểm soát cẩn thận các lực này ở mỗi trạng thái. Điều này cho phép thể hiện chính xác và đáng tin cậy các ký tự chữ nổi, mang đến cho người khiếm thị trải nghiệm đọc liền mạch và hiệu quả.

3. CƠ CẤU PHẢN HỒI XÚC GIÁC



Hình 2. Sáu cơ cấu phản hồi xúc giác tạo nên một kí tự

Sự phân bố lực do các nam châm điện tác dụng lên các chấm chữ nổi khi đặt điện áp đầu vào 5,0V cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa các lớp khác nhau của cơ chế. Sự thay đổi lực này là hệ quả trực tiếp của sự sắp xếp theo lớp được sử dụng trong thiết kế thiết bị. Trong lớp thứ hai, chứa các chấm "d" và "f", các solenoid tạo ra lực đáng kể nhất tác động lên các chấm chữ nổi. Các lực này có thể mạnh hơn đáng kể, góp phần tạo ra phản hồi xúc giác rõ rệt hơn cho người dùng. Lực tăng cường tác dụng trong lớp này tạo điều kiện cho cảm giác xúc giác rõ ràng và khác biệt hơn khi tương tác với các ký tự chữ nổi được hiển thị. Ngược lại, các bộ truyền động được đặt ở lớp dưới cùng, bao gồm các chấm "b" và "c", tác dụng lực tương đối nhỏ hơn. Thông thường giảm xuống dưới ngưỡng 160mN, các lực này có bản chất tinh tế hơn. Thiết kế của cơ chế ba lớp đóng một vai trò quan trọng trong

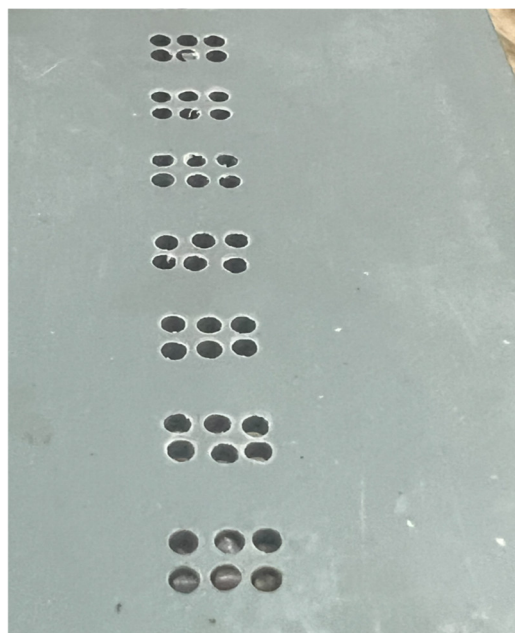
việc thiết lập sự khác biệt về lực này. Chiều dài của thanh L cho mỗi lớp, tác động trực tiếp lực tác dụng lên chấm chữ nổi. Theo nguyên tắc chung, các thanh chữ L dài hơn sẽ tạo ra các lực tương đối nhỏ hơn.

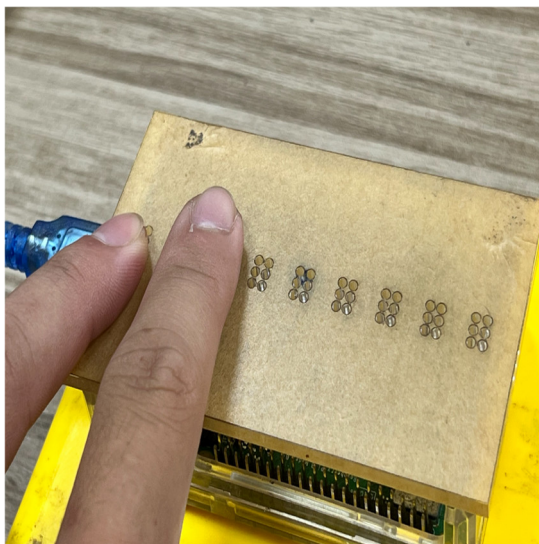
Sự khác biệt có chủ ý này trong phân bố lực trên các lớp cho phép trải nghiệm xúc giác nhiều sắc thái khi đọc các ký tự chữ nổi. Bằng cách thay đổi các lực theo cách có kiểm soát, thiết bị nâng cao khả năng của người dùng để nhận biết và phân biệt giữa các ký hiệu chữ nổi khác nhau, thúc đẩy quá trình đọc chính xác và hiệu quả hơn. Việc xem xét cẩn thận sự phân bố lực, có tính đến sự sắp xếp theo lớp và độ dài thanh L khác nhau, đảm bảo trải nghiệm xúc giác toàn diện và cân bằng. Thiết bị thu được cung cấp cho những người khiếm thị một giao diện đọc xúc giác bắt chước các sắc thái và độ phức tạp của cách đọc chữ nổi truyền thống, cho phép một phương tiện truy cập thông tin liền mạch và hiệu quả. Để đảm bảo tần suất làm mới tối ưu cho các chấm chữ nổi, một loạt thử nghiệm đã được tiến hành một cách tỉ mỉ. Mục tiêu chính là xác định thời gian cần thiết để chấm chữ nổi tăng từ vị trí ban đầu lên điểm cao nhất, thường là khoảng 0,6mm, cũng như thời gian cần thiết để chấm trở lại vị trí ban đầu. Những thử nghiệm này đóng một vai trò quan trọng trong việc đạt được sự cân bằng giữa hoạt động hiệu quả và trải nghiệm người dùng mượt mà. Các kết quả thử nghiệm đã cung cấp thông tin chi tiết có giá trị về tần suất làm mới của các chấm chữ nổi. Dữ liệu chỉ ra rằng tần số làm mới nằm trong khoảng từ 30Hz đến 50Hz, cung cấp nhiều tùy chọn để tùy chỉnh dựa trên sở thích cá nhân và tốc độ đọc. Phạm vi này đã được lựa chọn cẩn thận để đảm bảo hiệu suất tối ưu và khả năng đọc liền mạch của các ký tự chữ nổi được hiển thị trên thiết bị. Cần nhắc đến điện áp đầu vào 5V và tần số làm mới 30Hz, thiết bị có thể hiển thị và đặt lại một cách hiệu quả "n" chấm chữ nổi bật chỉ trong một giây. Tốc độ làm mới nhanh này cho phép những người khiếm thị dễ dàng điều hướng qua văn bản chữ nổi và cảm nhận liền mạch thông tin được truyền tải. Khả năng đáp ứng một số lượng đáng kể các chấm chữ nổi như vậy trong một khoảng thời gian ngắn là minh chứng cho tính hiệu quả và hiệu quả của thiết bị, mang đến cho người dùng trải nghiệm đọc nâng cao. Điều đáng chú ý là tần suất làm mới có thể được điều chỉnh và tối ưu hóa hơn nữa dựa trên các yêu cầu cụ thể và phản hồi của người dùng. Tính linh hoạt này cho phép tinh chỉnh hiệu suất của thiết bị để đáp ứng các nhu cầu riêng biệt và khả năng đọc của những người khiếm thị. Bằng cách đạt được sự cân bằng phù hợp giữa tần suất làm mới và khả năng đọc, thiết bị mang đến giao diện thân thiện với người dùng và có độ phản hồi cao, trao quyền cho các cá nhân với khả năng tiếp cận thông tin được cải thiện và cơ hội giáo dục nâng cao.

4. THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

Thiết bị hoạt động trên điện áp đầu vào 5,0V, cung cấp năng lượng cho các thành phần khác nhau của thiết bị. Để đảm bảo giao tiếp thông suốt giữa thiết bị và máy tính, một mô-đun không dây được sử dụng để truyền dữ liệu từ máy tính đến bộ vi điều khiển, được gọi là Master. Master hoạt

động như một bộ não trung tâm, nhận dữ liệu từ máy tính và sau đó truyền nó đến bộ điều khiển Slave, được hiển thị trong hình 3. Với số lượng solenoids cần thiết cho các ô ký tự, một Master đơn lẻ có thể không hoạt động hiệu quả điều khiển đồng thời tất cả các chân tín hiệu. Để tối ưu hóa việc điều khiển và truyền dữ liệu, bộ điều khiển Slave được sử dụng. Bộ điều khiển Slave chuyển đổi dữ liệu từ nổi tiếp sang song song bằng giao thức I2C, cho phép truyền dữ liệu nhanh hơn và điều khiển nhiều tín hiệu hiệu quả hơn. Ô ký tự trong thiết bị này hoạt động dựa trên nguyên tắc tương tự như màn hình LED 7 thanh. Tuy nhiên, thay vì sử dụng tám bit tiêu chuẩn cho mỗi phân đoạn, thiết bị sử dụng biểu diễn sáu bit đơn giản hóa. Cách tiếp cận hợp lý này đảm bảo mã hóa hiệu quả các ký tự chữ nổi bằng cách ánh xạ các chữ cái tiếng Việt thành các chuỗi nhị phân hoặc mã thập lục phân. Bằng cách sử dụng biểu diễn được sắp xếp hợp lý này, thiết bị đạt được khả năng hiển thị mượt mà và chính xác các ký tự chữ nổi. Một trong những tiến bộ quan trọng nhất trong dự án này là sự tích hợp của trí tuệ nhân tạo. Bằng cách tận dụng các thuật toán và thư viện AI hiện có, bộ xử lý trung tâm (CPU) của thiết bị được lập trình để chuyển đổi văn bản nhận được từ máy tính thành giọng nói tổng hợp. Đầu ra giọng nói này được phát ra qua loa được tích hợp vào thiết bị. Việc tích hợp trí tuệ nhân tạo này đã tạo ra một cuộc cách mạng trong giáo dục dành cho trẻ em khiếm thị ở Việt Nam, mang đến cho các em khả năng tiếp cận và cơ hội học tập nâng cao. Thông qua sự kết hợp của các công nghệ tiên tiến, giao tiếp không dây, truyền dữ liệu hiệu quả và sức mạnh của trí tuệ nhân tạo, thiết bị này đại diện cho một bước đột phá quan trọng trong lĩnh vực công nghệ hỗ trợ dành cho người khiếm thị. Bằng cách cho phép chuyển đổi văn bản thành giọng nói và cung cấp phản hồi xúc giác thông qua biểu diễn động của các ký tự chữ nổi, thiết bị này trao quyền cho trẻ em khiếm thị trong hành trình giáo dục của chúng, thúc đẩy tính hòa nhập và thúc đẩy cơ hội học tập bình đẳng.





Hình 3. Bảng chữ nổi Braille Việt Nam

Sau khi hoàn thành nguyên mẫu, chúng tôi đã bắt đầu thử nghiệm toàn diện thiết bị của mình tại các trường tiểu học dành cho trẻ em khiếm thị ở Việt Nam. Các em học sinh khiếm thị đã có cơ hội được tiếp xúc với thiết bị học tập thông minh này dưới sự hướng dẫn của giáo viên. Thử nghiệm trong thế giới thực đã mang lại kết quả đáng chú ý, cho thấy tác động tiềm tàng của sự đổi mới của chúng tôi đối với việc giáo dục những người khiếm thị. Khả năng thay đổi các chấm chữ nổi theo thời gian thực và năng động của thiết bị đã được chứng minh là có thể cải thiện tốc độ đọc của trẻ khiếm thị. Bằng cách cung cấp phản hồi và điều chỉnh ngay lập tức, thiết bị của chúng tôi cho phép trải nghiệm học tập nhanh hơn và hiệu quả hơn. Ngoài ra, việc tích hợp đầu ra giọng nói cung cấp hỗ trợ có giá trị cho sinh viên, giúp họ lưu giữ thông tin và cải thiện kết quả học tập tổng thể của họ. Phản hồi từ cả giáo viên và học sinh tham gia vào giai đoạn thử nghiệm đều rất tích cực. Các phản hồi khảo sát cho thấy thiết bị này vượt trội so với vật liệu giấy thông thường, mang lại hiệu suất và chức năng cao hơn. Tính di động, khả năng tiếp cận về chi phí, cũng như thiết kế nhẹ và nhỏ gọn của nó nâng cao tính thực tế và khả năng sử dụng của nó trong môi trường giáo dục. Với việc tích hợp trí tuệ nhân tạo, thiết bị của chúng tôi là một giải pháp đột phá cho trẻ em khiếm thị tại Việt Nam. Nó có tiềm năng thay thế các tài liệu giảng dạy truyền thống, mang lại trải nghiệm học tập hiệu quả và hấp dẫn hơn. Được công nhận là một công cụ hữu ích và thiết thực, thiết bị của chúng tôi sẵn sàng tạo ra sự khác biệt đáng kể trong việc giáo dục trẻ em khiếm thị, giúp chúng tiếp cận kiến thức tốt hơn và thúc đẩy thành công trong học tập. Để đảm bảo độ tin cậy của thiết bị, thử nghiệm đã được tiến hành với những người tham gia là người khiếm thị thông thạo chữ nổi truyền thống. Kết quả đã chứng minh khả năng nhận dạng chính xác và nhanh chóng tất cả các ký tự được hiển thị, làm nổi bật độ chính xác cao của nhận dạng ký tự chữ nổi mà Màn hình chữ nổi thông minh đạt được, có thể so sánh với các vật liệu giấy truyền thống. Hơn nữa, dựa trên các thử nghiệm và phản hồi của người dùng, thiết bị mang lại trải nghiệm xúc giác đặc biệt

cho người đọc. Người dùng cho biết thời gian sử dụng nhanh hơn so với các vật liệu thông thường, cho thấy tính hiệu quả và hiệu quả của thiết bị trong việc hỗ trợ quá trình học tập cho người khiếm thị.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này tập trung vào việc phát triển màn hình chữ nổi không dây, một hệ thống giảng dạy sáng tạo được thiết kế để hợp lý hóa quy trình giảng dạy. Màn hình chữ nổi thông minh mang lại nhiều lợi thế, bao gồm các ký tự chữ nổi rõ ràng và dễ nhận biết, tần số làm mới cao, phản hồi xúc giác mạnh và hiệu quả về chi phí. Việc triển khai sắp xếp theo lớp các bộ truyền động chấm chữ nổi đã đạt được thành công, cho phép hiển thị ký tự chính xác và đáng tin cậy. Một giải pháp không dây đã được tích hợp, đảm bảo tính linh hoạt và nhỏ gọn của thiết bị. Thông qua việc sử dụng hai mô-đun một để hiển thị các ký tự chữ nổi cho người dùng và một mô-đun hoạt động như một máy tính chủ để truyền dữ liệu từ người hướng dẫn việc chuyển đổi các ký tự thông thường thành các ký tự chữ nổi tương ứng đã được thực hiện thành công. Việc tích hợp giao thức I2C (Master-Slave) cho phép giảng dạy đồng thời một số lượng lớn người khiếm thị, nâng cao hiệu quả và sự dễ dàng của quá trình học tập. Hơn nữa, dự án đã tích hợp thành công trí tuệ nhân tạo, cho phép kết nối với bộ tổng hợp giọng nói. Tính năng này cho phép phát âm chính xác các ký tự mà giảng viên gửi đến, giúp học viên hiểu ngôn ngữ tốt hơn và ghi nhớ lâu dài. Nhìn chung, màn hình chữ nổi không dây được phát triển trong nghiên cứu này thể hiện một bước tiến đáng kể trong công nghệ giáo dục để tiếp cận. Khả năng cung cấp các ký tự chữ nổi rõ ràng, truyền dữ liệu theo thời gian thực, phát âm chính xác và trải nghiệm xúc giác tuyệt vời góp phần cải thiện kết quả học tập và khả năng tiếp cận cho học sinh khiếm thị.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả cảm ơn sự hỗ trợ của Trường Đại học Kinh tế TP.Hồ Chí Minh (UEH) trong nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. World Health Organisation, Blindness and vision impairment. Blindness and vision impairment (who.int) (Accessed June 27, 2023).
- [2]. M. Burton, et al., "The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: Vision Beyond 2020", *IHOPE Journal of Ophthalmology*, vol. 1, pp. 16-18, 2022.
- [3]. H. Phuc, "Blind People in Vietnam need more than charitable attitude", *VNExpress International*, Sep. 24, 2018
- [4]. P. R. Cox, M. Dykes, "Effective classroom adaptations for students with visual impairments", *Teaching Exceptional Children*, 33, 6, 68-74, 2001.
- [5]. T. L. Varao Sousa, J. S. Carriere, D. Smilek, "The way we encounter reading material influences how frequently we mind wander," *Frontiers in psychology*, 4, 892, 2013.
- [6]. A. Russomanno, S. O'Modhrain, R. B. Gillespie, M. W. Rodger, "Refreshing refreshable braille displays," *IEEE transactions on haptics*, 8, 3, 287-297, 2015.

- [7]. M. Ignat, P. Farago, S. Hintea, M. Roman, S. Vlad, "A single-character refreshable braille display with fpga control," in *International Conference on Advancements of Medicine and Health Care through Technology*, 12th-15th October 2016, Cluj-Napoca, Romania, Springer, pp. 63–66, 2017.
- [8]. T. Voelkel, G. Weber, U. Baumann, "Computers helping people with special needs," in *Proc. Int. Conf. Comp. Handicapped Persons*, pp. 835–842, 2008.
- [9]. X. Xie, Y. Zaitsev, L. F. Velásquez-García, S. J. Teller, L. Carol, "Scalable, MEMS-enabled, vibrational tactile actuators for high resolution tactile display," *J. Micro-Mech. Micro-Eng.*, 24, 12, 125014, 2014.
- [10]. R. Sarkar, S. Das, "Analysis of different braille devices for implementing a cost-effective and portable braille system for the visually impaired people," *International Journal of Computer Applications*, 60, 9, 2012.
- [11]. D. Leonardis, L. Claudio, A. Frisoli, "A survey on innovative refreshable braille display technologies," in *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*, Springer, pp. 488–498, 2017.
- [12]. J. Zarate, H. Shea, "Using pot-magnets to enable stable and scalable electromagnetic tactile displays," *IEEE Trans. Haptics*, 10, 1, 106–112, 2017.
- [13]. J. Kim, B. Han, D. Pyo, S. Ryu, H. Kim, D. Kwon, "Braille Display for Portable Device Using Flip-Latch Structured Electromagnetic Actuator," *IEEE Trans. Haptics*, 13, 1, 59–65, 2020.
- [14]. G. Bettelani, G. Averta, M. Catalano, B. Leporini, M. Bianchi, "Design and validation of the readable device: A single-cell electromagnetic refreshable Braille display," *IEEE Trans. Haptics*, 13, 1, 239–245, 2020.
- [15]. N. Runyan, F. Carpi, "Seeking the 'holy Braille' display: Might electromechanically active polymers be the solution," *Expert Rev. Med. Devices*, 8, 5, 529–532, 2011.
- [16]. J. Kim, B. K. Han, D. Pyo, S. Ryu, H. Kim, D. S. Kwon, "Braille display for portable device using flip-latch structured electromagnetic actuator," *IEEE Trans. Haptics*, 13, 1, 59–65, 2020.
- [17]. Braille Authority of North America, "Size and spacing of Braille characters," 2010. Accessed: Feb. 18, 2022. [Online]. Available: <http://www.Brailleauthority.org/sizespacingofBraille/sizespacingofBraille.pdf>

AUTHORS INFORMATION

Le Hoang Thanh Nhat¹, Nguyen Phuoc An¹, Nguyen Truong Think²

¹Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Vietnam

²Financial Institute of Intelligent and Interactive Technologies, University of Economics Ho Chi Minh City, Vietnam