

Thiết bị đeo chăm sóc sức khỏe cho người cao tuổi A Healthcare Wearable Device for Elderly People

Nguyễn Minh Đức*, Trần Hải Nam, Đỗ Hạnh

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội - Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội.

Đến Tòa soạn: 04-10-2017; chấp nhận đăng: 28-3-2018

Tóm tắt

Chỉ số già hóa của dân số Việt nam tăng mạnh trong những năm qua cùng với xu hướng người cao tuổi sống một mình là vấn đề lớn với các dịch vụ y tế trong việc chăm sóc sức khỏe cho họ. Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một thiết bị đeo có khả năng đo một số tín hiệu sinh học cơ bản của người cao tuổi như nhiệt độ, nhịp tim, cũng như giám sát các vận động hàng ngày của họ để phát hiện hiện tượng ngã và địa điểm xảy ra cả ở môi trường trong nhà và ngoài trời. Ngoài ra, thiết bị còn có khả năng nhắc nhở người cao tuổi thực hiện các công việc hàng ngày mà họ có thể quên do trí nhớ bị giảm sút như uống thuốc hay tập thể dục. Nếu phát hiện ra hiện tượng bất thường như nhịp tim hoặc nhiệt độ thay đổi đột ngột, hay phát hiện ra hiện tượng ngã, một yêu cầu cấp cứu ngay lập tức được gửi tới đường dây nóng của bệnh viện gần đó với mục đích làm giảm khoảng thời gian từ lúc bắt đầu xảy ra sự cố đến lúc bệnh nhân bắt đầu được chăm sóc y tế dẫn tới giảm tỉ lệ chấn thương hoặc tử vong.

Từ khóa: Thiết bị đeo, trợ giúp người cao tuổi, giám sát sức khỏe, phát hiện ngã, nhịp tim, thân nhiệt.

Abstract

The aging index of Viet Nam population has increased as well as the number of increasing of single elderly people in the past years pose challenges for medical services of healthcare for them. In this paper, we propose a wearable device which has the capability of measuring some basic bio-signals of the elderly such as temperature, heart rate and monitoring their daily activities in order to detect the falls and accident location in both of indoor and outdoor environment. Moreover, this device is able to remind the elderly about their daily tasks as doing exercises or taking medications which they may easily forget by their senile dementia. If the abnormalities such as temperature, heart rate suddenly changing or the occurrence of falls are detected, the emergency request is sent immediately from the wearable device to hotline of nearby hospital, with the purpose to reduce the meantime between the incidents and help arrival. Reducing the response time to initiate the appropriate patient care may imply simultaneously in reductions of morbidity or mortality rates.

Keywords: Wearable device, elderly living assistance, healthcare, fall monitoring, heart rate, body temperature.

1. Giới thiệu

Báo cáo của Tổng cục Thống kê cho thấy Việt nam bắt đầu bước vào giai đoạn già hoá dân số từ năm 2014 khi mà khi số người 65 tuổi trở lên chiếm trên 7% tổng dân số và dự báo cho thấy tỷ trọng người cao tuổi sẽ còn tăng lên đến 17.5% vào năm 2049 [1,2]. Hơn nữa, mặc dù tuổi thọ bình quân của người Việt Nam đã tăng cao nhưng số năm sống khỏe mạnh lại khá thấp, trung bình 41.97% số người cao tuổi được đánh giá có tình trạng sức khỏe yếu với tỉ lệ mắc hai loại bệnh trở lên chiếm trên 14% [3].

Thêm vào đó, đa số người cao tuổi Việt Nam chưa có thói quen khám bệnh định kỳ vì vậy khi phát hiện bệnh thường ở giai đoạn muộn khiến việc chữa trị rất khó khăn cộng với tình trạng ngày càng nhiều

người cao tuổi sống một mình mà không có gia đình ở gần bên để phòng tránh cho họ khỏi những tình huống nguy hiểm. Thiếu sự chăm sóc này, một cơn nhồi máu cơ tim cấp, hoặc một cơn đột quỵ hay thậm chí một cú ngã cũng có thể dẫn đến tử vong.

Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một thiết bị đeo có khả năng đo lường hai tín hiệu sinh học cơ bản là nhiệt độ và nhịp tim cũng như giám sát các vận động hàng ngày của người cao tuổi đồng thời nhắc nhở họ thực hiện các công việc trong ngày như uống thuốc hay tập thể dục.

Thiết bị này không những giúp người cao tuổi khắc phục chứng mất trí nhớ và tự theo dõi được tình trạng sức khỏe tổng quát của mình mà còn phần nào giúp phát hiện bệnh ở giai đoạn sớm để tăng hiệu quả của việc chữa trị. Nó cũng hỗ trợ cho các cơ sở chăm sóc hoặc bệnh viện giám sát được nguy cơ do ngã hay bất động trong thời gian dài của người cao tuổi, dẫn

* Địa chỉ liên hệ: Tel: (+84) 986144661
Email: duc.nguyenminh3@hust.edu.vn

đến nâng cao chất lượng cuộc sống, giảm tỉ lệ tàn tật hay tử vong cho họ.

2. Các nghiên cứu liên quan

Đã có nhiều công trình nghiên cứu liên quan tới các thiết bị đeo giám sát sức khỏe nói chung và cho người cao tuổi nói riêng, có thể kể đến Smart Healthcare do B. Thaduangeta và các cộng sự đề xuất, thiết bị này sử dụng cảm biến để đo lường các tín hiệu sinh học cơ bản của người cao tuổi như huyết áp, nhịp tim, nhiệt độ sau đó gửi lên máy chủ để cho phép các bác sĩ phân tích, đánh giá và đưa ra cảnh báo hoặc yêu cầu nhập viện nếu phát hiện thấy các dấu hiệu bất thường [4]. Nhược điểm của thiết bị này là chưa được trang bị chức năng phát hiện ngã, trong khi đây là một nguyên nhân chính dẫn đến các chấn thương nghiêm trọng cho người cao tuổi. S. Pinto và các cộng sự phát triển We-care, một hệ thống chăm sóc sức khỏe cho người cao tuổi dựa trên nền tảng Internet of Things. Hệ thống có khả năng phát hiện ngã hay việc thiếu các dấu hiệu sinh tồn quan trọng để gửi tới thiết bị giám sát của người chăm sóc cũng như bật cảnh báo trong các trường hợp khẩn cấp [5]. Tuy nhiên kiến trúc hệ thống tương đối phức tạp và độ tin cậy phụ thuộc nhiều vào hạ tầng mạng. K. Malhi và các cộng sự giới thiệu một hệ thống giám sát sức khỏe cho bệnh nhân và người cao tuổi. Thiết bị đeo gắn trên cổ tay và ngón tay của bệnh nhân liên tục thu thập dữ liệu về nhiệt độ, nhịp tim và những vận động đột ngột của họ. Các dữ liệu này được gửi về một máy tính thông qua kết nối không dây ZigBee để lưu trữ và hiển thị kết quả [6]. Nhược điểm của hệ thống này là chỉ thích hợp để sử dụng trong các bệnh viện hoặc nhà dưỡng lão do cự ly hoạt động của các đầu cuối không dây tương đối ngắn.

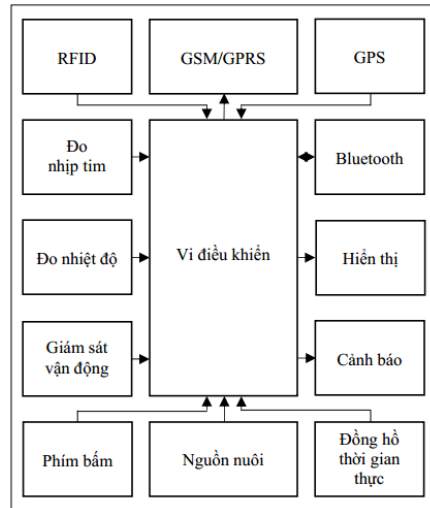
3. Thiết bị được đề xuất

3.1. Kiến trúc hệ thống

Hình 1 mô tả sơ đồ khối chức năng của thiết bị được đề xuất. Về cơ bản thiết bị bao gồm các thành phần với chức năng như sau: Các khối Đo nhiệt độ và Đo nhịp tim định kỳ thu thập dữ liệu về nhiệt độ và nhịp tim của người cao tuổi. Các khối Giám sát vận động, RFID và GPS liên tục giám sát các hoạt động và xác định vị trí của người cao tuổi cả ở môi trường trong nhà cũng như ngoài trời. Khối vi điều khiển chịu trách nhiệm thực thi thuật toán phân tích các dữ liệu thu thập được. Trong trường hợp phát hiện các dấu hiệu bất thường như nhiệt độ hoặc nhịp tim thay đổi đột ngột, hoặc khi phát hiện ngã và sau đó là một khoảng thời gian bất động kéo dài hơn 30 giây, khối vi điều khiển sẽ thông qua khối Cảnh báo phát ra tín hiệu bằng cả âm thanh và rung trong vòng 60 giây tiếp theo để thu hút sự chú ý của người cao tuổi. Nếu có khả năng tự đứng dậy và không cần sự trợ giúp y tế họ sẽ nhấn vào nút “Hủy” trên khối Phím bấm, khi

đó thủ tục gọi cấp cứu sẽ không được kích hoạt. Nếu không, thiết bị sẽ tự động gửi tin nhắn bao gồm các thông số về nhiệt độ, nhịp tim, vị trí ngã, địa chỉ nhà đến đường dây nóng của bệnh viện gần nhất thông qua khối GSM/GPRS.

Các dữ liệu về nhiệt độ, nhịp tim, lời nhắc công việc cần thực hiện trong ngày và các thông tin khác được đồng bộ giữa điện thoại di động và thiết bị thông qua khối Bluetooth. Thời điểm để hiển thị lời nhắc trên thiết bị do khối Đồng hồ thời gian thực đảm nhiệm. Toàn bộ thiết bị được cấp nguồn thông qua khối Nguồn nuôi.



Hình 1. Sơ đồ khối của thiết bị được đề xuất

3.2. Thiết kế phần cứng

Yêu cầu chung cho một thiết bị đeo là phải có kích thước nhỏ, tiêu tốn ít năng lượng để có thể hoạt động lâu dài. Hơn nữa, chúng tôi muốn hướng đến việc thiết kế thiết bị này cho người cao tuổi ở các nước đang phát triển nên giá thành rẻ là một yếu tố được tính đến. Chính vì vậy, khi thực hiện thiết kế phần cứng, các linh kiện có độ tin cậy cao, kích thước nhỏ gọn, năng lượng tiêu thụ thấp và giá rẻ sẽ được chúng tôi ưu tiên lựa chọn.

Khối vi điều khiển: Yêu cầu với vi điều khiển trong thiết bị được đề xuất là phải có nhiều cổng vào ra và hỗ trợ nhiều giao thức truyền thông để có thể cùng lúc giao tiếp với các cảm biến và thành phần ngoại vi khác nhau. Do vậy chúng tôi lựa chọn sử dụng vi điều khiển ATmega2560 của Atmel, vi điều khiển này được trang bị 256KB bộ nhớ chương trình, 4KB EEPROM, 8KB RAM với 86 chân vào ra đa năng cùng đầy đủ các chức năng như ADC, PWM, Timer và các giao thức truyền thông USART, SPI, I2C [7].

Khối GPS: Bộ thu GPS EM-506 của Globalsat được sử dụng để xác định chính xác vị trí của người

cao tuổi ở môi trường ngoài trời. Đây là một bộ thu GPS sử dụng chipset SiRF Star IV với các ưu điểm như độ nhạy cao, sai số vị trí thấp, kích thước nhỏ và có anten tích hợp sẵn [8].

Khối RFID: Ở môi trường trong nhà, chúng tôi sử dụng giải pháp định vị bằng công nghệ RFID với module ID-20LA của ID Innovations. Module này có phạm vi hoạt động đủ xa cho thao tác xác định vị trí và không yêu cầu thêm các linh kiện bổ sung [9]. Các thẻ RFID được gắn dọc theo lan can hành lang, tay vịn cầu thang và tại các tay nắm cửa ra vào của mỗi căn phòng trong nhà. Khi người cao tuổi di chuyển, khối RFID sẽ đọc ID trên các thẻ RFID mà nó đi qua, so sánh với vị trí đã được gắn từ trước trong bộ nhớ của vi điều khiển để xác định được vị trí hiện tại của họ.

Khối đo nhiệt độ: Việc đo thân nhiệt được thực hiện bằng cách sử dụng cảm biến nhiệt độ tương tự LMT70 của Texas Instruments, cảm biến này có kích thước rất nhỏ với độ chính xác có thể đạt tới $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ trong khoảng từ 20°C ÷ 42°C , hơn nữa năng lượng tiêu thụ chỉ khoảng $12\mu\text{A}$ nên được sử dụng nhiều trong các thiết bị đeo, y tế, thể thao [10,11].

Khối đo nhịp tim: Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng cảm biến MAX30101 của Maxim Integrated để thực hiện việc đo nhịp tim. Đây là một giải pháp giá rẻ nhưng hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu tính toán số nhịp đập trên một phút đủ để phát hiện các dấu hiệu bất thường của nhịp tim theo cách tương đối đơn giản [12].

Khối giám sát vận động: Cảm biến gia tốc kế ADXL345 của Analog Devices được sử dụng để giám sát các vận động của người cao tuổi. Cảm biến này đo được 3 trục, độ phân giải cao, cho phép cài đặt độ nhạy ở nhiều mức khác nhau cũng như hỗ trợ cả hai giao thức truyền thông phổ biến là I2C và SPI làm cho việc giao tiếp với vi điều khiển trở nên nhanh chóng và đơn giản [13]. Khối vi điều khiển sẽ thu nhận tín hiệu từ đầu ra của cảm biến gia tốc kế trong ứng với giá trị gia tốc trên mỗi trục x, y, z sau đó thực thi thuật toán phân tích để đưa đến kết luận có hiện tượng ngã xảy ra hay không.

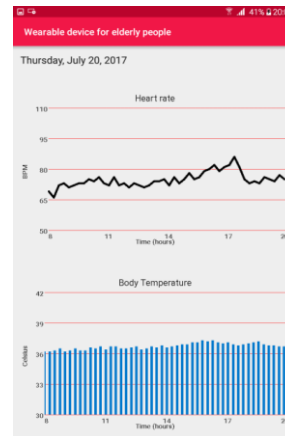
Khối Bluetooth: Module Bluetooth năng lượng thấp RF-BM-S02 của RF-Star được sử dụng để kết nối và đồng bộ dữ liệu giữa thiết bị với điện thoại di động. Module này tích hợp chip Bluetooth v4.0 CC2540 cùng với các linh kiện cần thiết khác trên cùng một bản mạch in, hỗ trợ sẵn các profile như ATT, GATT, SMP, L2CAP, GAP do đó rất thích hợp trong việc phát triển nhanh các thiết bị đeo cần trang bị chức năng Bluetooth năng lượng thấp. Các chế độ hoạt động của module được điều khiển hoàn toàn qua tập lệnh AT [14].

Khối GSM/GPRS: Module M95 của Quectel được sử dụng để gửi đi tin nhắn yêu cầu dịch vụ cấp cứu. Ưu điểm của module này là kích thước nhỏ, hoạt động được cả ở bốn băng tần 850/900/1800/1900 MHz, hỗ trợ kết nối GPRS, trao đổi dữ liệu với vi điều khiển qua giao tiếp UART và năng lượng tiêu thụ chỉ khoảng 1.3mA [15].

Khối hiển thị: Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng màn hình OLED đơn sắc kích thước 1.54" để hiển thị các trạng thái của thiết bị như cường độ tín hiệu GSM, GPS, thời gian, lượng pin còn lại cũng như các lời nhắc nhở cho người cao tuổi. Ưu điểm của màn hình này là rất mỏng, nhẹ, không sử dụng đèn nền nên giảm được điện năng tiêu thụ [16].

Khối đồng hồ thời gian thực: Chip đồng hồ thời gian thực bq32000 của Texas Instruments với các tính năng tự động bù năm nhuận, độ chính xác cao trong khi năng lượng tiêu thụ chỉ khoảng $100\mu\text{A}$ [17] được sử dụng để duy trì thời gian trên thiết bị và là mốc để hiển thị các lời nhắc nhở cho người cao tuổi.

Khối nguồn nuôi: Thiết bị được thiết kế để sử dụng pin sạc lại được Li-Po 3.7v dung lượng 2000 mAh, loại pin này có mật độ năng lượng cao, kích thước nhỏ, trọng lượng nhẹ, tích hợp sẵn chức năng bảo vệ quá áp, quá dòng nên được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị đeo hoặc cầm tay [18]. Việc điều khiển các được thực hiện thông qua chip bq24055 của Texas Instruments với các tính năng bảo vệ quá áp, tự động phát hiện nguồn điện đầu vào và điều chỉnh dòng điện đầu ra thông qua điện trở ngoài để giảm thiểu tình trạng cháy nổ do quá nhiệt khi sạc [19].



Hình 2. Đồ thị nhiệt độ và nhịp tim trong ngày

2.2. Thiết kế phần mềm

Ứng dụng trên điện thoại di động

Chúng tôi phát triển một ứng dụng chạy trên điện thoại di động để thực hiện các chức năng sau:

- Kết nối tới thiết bị đeo thông qua giao tiếp Bluetooth năng lượng thấp.
- Đồng bộ dữ liệu về nhiệt độ, nhịp tim, lời nhắc và các thông tin khác với thiết bị đeo.
- Hiển thị dữ liệu dưới dạng đồ thị khi có yêu cầu.

Thuật toán của ứng dụng chạy trên điện thoại di động được mô tả dưới dạng mã giả như sau:

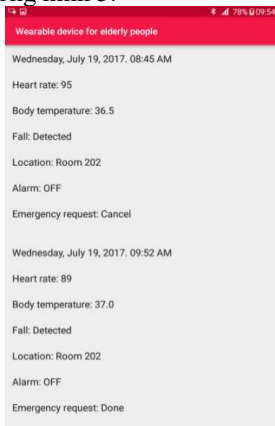
Algorithm Smartphone App

```

1  while True do
2      if Bluetooth enable = False then
3          Display message to enable
4      else
5          while t < ScanTimeout do
6              Scan for device
7              t++
8          end
9          if Device found = False then
10             Display error message
11         else
12             Connect to device
13         end
14         if Connect success = False then
15             Display error message
16         else
17             Sync reminders and bio-signals
18             if Plot button = True then
19                 Call Plot graph procedure
20             end
21         end
22     end
23 end
    
```

Hình 2 mô tả màn hình của ứng dụng khi có yêu cầu vẽ đồ thị biểu diễn nhiệt độ và nhịp tim trong một ngày cụ thể.

Khi phát hiện ngã, ứng dụng trên điện thoại di động của người cao tuổi sẽ lưu lại các thông số về thời gian, nhiệt độ, nhịp tim, vị trí ngã, địa chỉ để cho phép các bác sĩ tham khảo trong quá trình điều trị như được mô tả trong hình 3.



Hình 3. Màn hình ứng dụng khi phát hiện ngã

Chương trình điều khiển trên thiết bị đeo:

Chương trình điều khiển chạy trên thiết bị đeo thực hiện các chức năng sau:

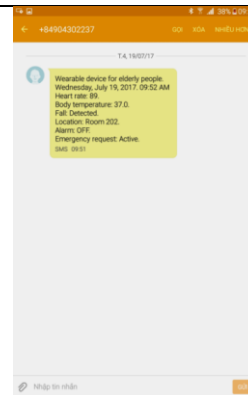
- Định kỳ lấy dữ liệu về nhiệt độ, nhịp tim từ các cảm biến.
- Giám sát các vận động và vị trí của người cao tuổi.
- Đồng bộ dữ liệu với điện thoại khi có kết nối Bluetooth.
- Nếu phát hiện dấu hiệu bất thường, kích hoạt thủ tục cấp cứu.
- Hiển thị các lời nhắc khi đến thời điểm.

Thuật toán của chương trình điều khiển trên thiết bị đeo được mô tả dưới dạng mã giả như sau:

Algorithm Device App

```

1  while True do
2      Call Temperature measurement procedure
3      Call Heart rate measurement procedure
4      Call Fall detection procedure
5      Call Reminder procedure
6      if Connect success = False then
7          Store data in temporary memory
8      else
9          Sync reminders and bio-signals
10     end
11     if Fall = True or Temperature > T_threshold
12     or Heart rate > H_threshold then
13         while st < AlarmTimeout do
14             Call Alarm procedure
15             st++
16             if Cancel Button = True then
17                 Call Cancel procedure
18             end
19         end
20         Call Location procedure
21         Call Emergency procedure
22     end
    
```



Hình 4. Tin nhắn yêu cầu dịch vụ cấp cứu

Hình 4 mô tả tin nhắn yêu cầu dịch vụ cấp cứu được gửi tới đường dây nóng của bệnh viện.

3. Các kết quả thử nghiệm

Chúng tôi tiến hành hai thử nghiệm để đánh giá độ tin cậy của thiết bị trong việc phát hiện các dấu hiệu bất thường và gửi đi tin nhắn yêu cầu dịch vụ cấp cứu.

Thử nghiệm thứ nhất:

Mục đích của thử nghiệm này là kiểm tra việc phát ra cảnh báo khi nhiệt độ hoặc nhịp tim thay đổi đột ngột cũng như tính chính xác trong việc xác định vị trí hiện tại của người cao tuổi. Các tình nguyện viên được yêu cầu thực hiện các hoạt động thể chất như đi bộ, lên và xuống cầu thang nhằm mục đích gia tăng nhiệt độ cơ thể và nhịp tim tới ngưỡng được cài đặt. Kết quả của thử nghiệm được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thử nghiệm độ chính xác của thiết bị trong việc bật cảnh báo và xác định vị trí

Lần thử nghiệm	Bật cảnh báo	Xác định vị trí	
		Trong nhà	Ngoài trời
1	Có	Không	Có
2	Có	Có	Có
3	Có	Không	Có
4	Có	Có	Có
5	Có	Có	Có
6	Có	Không	Có
7	Có	Có	Có
8	Có	Có	Có
9	Có	Không	Có
10	Có	Có	Có
Độ chính xác	100%	60%	100%

Thử nghiệm thứ hai:

Mục đích của thử nghiệm này là kiểm tra độ chính xác đạt được của thiết bị trong việc phát hiện ngã. Các tình nguyện viên được yêu cầu mô phỏng lại ba hiện tượng ngã phổ biến là ngã giữa do trượt chân, ngã sấp khi vấp phải một chướng ngại vật trên sàn và ngã sang hai bên.

Độ chính xác được xác định thông qua việc đánh giá các thông số sau:

- Dương tính thật: Hiện tượng ngã xảy ra, thiết bị báo phát hiện ngã.
- Dương tính giả: Hiện tượng ngã không xảy ra, thiết bị báo phát hiện ngã.
- Âm tính thật: Hiện tượng ngã không xảy ra, thiết bị không báo phát hiện ngã.
- Âm tính giả: Hiện tượng ngã xảy ra, thiết bị không báo phát hiện ngã.

Kết quả của thử nghiệm được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thử nghiệm độ chính xác của thiết bị trong việc phát hiện ngã

Hiện tượng ngã	Ngã giữa (%)	Ngã sấp (%)	Ngã sang bên (%)
Dương tính thật	81	82	77
Dương tính giả	10	14	17
Âm tính thật	-	-	-
Âm tính giả	9	4	6
Tổng cộng	100	100	100
Độ chính xác	81	82	77

4. Kết luận

Bài báo này đã giới thiệu một thiết bị đeo chăm sóc sức khỏe sử dụng các cảm biến để thu thập dữ liệu về nhịp tim, nhiệt độ và giám sát các hoạt động hàng ngày của người cao tuổi ở cả môi trường trong nhà lẫn ngoài trời. Thông qua thuật toán điều khiển, thiết bị sẽ liên tục giám sát sự thay đổi của các tín hiệu sinh học, nếu phát hiện thấy có hiện tượng bất thường như nhịp tim hay nhiệt độ thay đổi đột ngột hoặc phát hiện người cao tuổi bị ngã, thiết bị sẽ gửi tin nhắn đến đường dây nóng của bệnh viện để yêu cầu dịch vụ cấp cứu kịp thời, qua đó dẫn đến giảm tỉ lệ chấn thương hoặc tử vong cho người cao tuổi.

Thiết bị sử dụng các linh kiện dân có mức độ tiêu thụ năng lượng thấp, giá thành rẻ nên thích hợp cho những người cao tuổi ở những nước đang phát triển. Tuy nhiên do khối GSM/GPRS hiện đang dùng anten ngoài nên tương đối bất tiện cho người cao tuổi trong việc di chuyển, hơn nữa do chỉ được trang bị cảm biến nhiệt độ và cảm biến nhịp tim nên số lượng tín hiệu sinh học đo được của thiết bị còn hạn chế.

Các kết quả thử nghiệm cho thấy thiết bị có khả năng phát hiện ngã cũng như sự thay đổi đột ngột của các tín hiệu sinh học và thực hiện thủ tục yêu cầu dịch vụ cấp cứu một cách nhanh chóng. Tuy nhiên độ chính xác đạt được chưa cao, một phần do thuật toán phát hiện ngã chưa được tối ưu hóa, một phần khác là do khả năng gây chấn thương trong các thử nghiệm tương đối cao nên chúng tôi đã phải sử dụng các tình nguyện viên trẻ tuổi dẫn đến các mẫu dữ liệu thu được từ các cảm biến có sự khác biệt so với người cao tuổi.

Trong tương lai, chúng tôi sẽ bổ sung thêm cảm biến cho phép đo huyết áp, chuyển đổi anten ngoài của khối GSM/GPRS thành anten tích hợp bên trong và cải thiện độ chính xác của thuật toán phát hiện ngã, giúp người cao tuổi có thể sử dụng thiết bị này để theo dõi sức khỏe, cải thiện chất lượng cuộc sống.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện với sự hỗ trợ về tài chính của Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường mã số T2016-PC-118.

Tài liệu tham khảo

- [1] General Statistics Office of Viet Nam. The 2014 Viet Nam Intercensal Population and Housing Survey: Population sex-age structure and related socio-economic issues in Viet Nam. Viet Nam news agency publishing house. Ha noi 2016.
- [2] General Statistics Office of Viet Nam, United Nations Population Fund . Vietnam population projection 2014 - 2049. Viet Nam news agency publishing house. Ha noi 2016.
- [3] United Nations Population Fund. The ageing population in Viet Nam: Current status, prognosis, and possible policy responses. Ha noi. July 2011.
- [4] B.Thaduangta, P.Choomjit, S.Mongkolveswith et al. Smart Healthcare: Basic health check-up and monitoring system for elderly. 2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC). Chiang Mai, Thailand. 14-17 Dec. 2016
- [5] S. Pinto, J. Cabral, T. Gomes. We-care: An IoT-based health care system for elderly people. IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT). Toronto, ON, Canada. 22-25 March 2017.
- [6] K. Malhi, S.C. Mukhopadhyay, J. Schnepfer, M. Haefke, H. Ewald. A Zigbee-Based Wearable Physiological Parameters Monitoring System. IEEE Sensors Journal. Volume: 12, Issue: 3. Year: 2012.
- [7] Atmel Corporation. Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V 8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64KB In-System Programmable Flash. [Online]. Available: http://www.atmel.com/Images/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf
- [8] Globalsat Technology Corporation. GPS Module Hardware Data Sheet Product No: EM-506. [Online]. Available:http://usglobalsat.com/store/download/717/EM506_um.pdf
- [9] ID Innovations. ID-3LA, ID-12LA, ID-20LA Low Voltage Series Reader Modules. [Online]. Available: <http://www.id-innovations.com/httpdocs/ID-3LA,ID12LA,-ID-20LA.pdf>
- [10] Texas Instruments. LMT70, LMT70A $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ Precision Analog Temperature Sensor, RTD and Precision NTC Thermistor IC. [Online]. Available: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmt70.pdf>
- [11] Texas Instruments. TIDA-00824 Human Skin Temperature Sensing for Wearable Applications Reference Design. [Online]. Available: <http://www.ti.com/lit/ug/tiduay7/tiduay7.pdf>
- [12] Maxim Integrated. High-Sensitivity Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor for Wearable Health. [Online]. Available: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/-MAX30101.pdf>
- [13] Analog Devices. Digital Accelerometer ADXL345. [Online]. Available: <http://www.analog.com/media/en/technicaldocumentation/data-sheets/ADXL345.pdf>
- [14] Shenzhen RF-Star Technology. RF-BM-S02 Bluetooth Smart Module. [Online]. Available: <http://www.szrfstar.com/en>
- [15] Quectel Wireless Solutions. M95 Hardware Design GSM/GPRS Module Series. 03 September 2013
- [16] Winstar. WEO012864B OLED graphic 128x64 dots. [Online]. Available: <http://www.winstar.com.tw/products/-oled-module/graphic-oled-display/spi-oled-128x64.html>
- [17] Texas Instruments. bq32000 Real-Time Clock (RTC). [Online]. Available: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/bq-32000.pdf>
- [18] Shenzhen Pkcell battery company. Technical Specification Li-Polymer 803860 2000mAh 3.7V with PCM. 03 June 2014.
- [19] Texas Instruments. bq2405x 1-A Single-Cell Li-Ion and Li-Pol Battery Charger With Automatic Adaptor and USB Detection. [Online]. Available: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/bq24055.pdf>