

논문 2015-10-14

소변검사와 생체센서를 이용한 치매 스크리닝 애플리케이션 개발

(Development of Dementia Screening Application Using Urine Test and Bionic Sensors)

김 준 영, 조 면 균*

(Jun-Young Kim, Myeon-Gyun Cho)

Abstract : In this paper, we have developed smart-phone App(application) for screening Dementia using bionic sensors, urine test and questionnaire. Since small amounts of urinary protein strongly predict faster cognitive decline in the elderly, smart-phone based urinalysis is adopted to screen dementia more accurately as well as bionic sensors such as SpO₂ and HRV(Heart Rate Variability). Firstly, DI(Dementia Index) is calculated from urinalysis, two bionic sensors and electric questionnaire, and then compared to the threshold from clinical test. Finally the results of Dementia screening is shown in your smart-phone and useful information to prevent or relieve Dementia is also given. We performed simple testing on persons aged over 60 and found out the proposed application can be useful devices for screening Dementia easily and quickly.

Keywords : Application program, Urine test, Dementia screening, Bionic sensor, Questionnaire

1. 서론

치매는 정상적으로 성숙한 뇌가 후천적인 외상이나 질병 등의 원인에 의해 손상된 것으로 전반적인 지능, 학습, 언어 등의 인지 기능과 행동, 정신 기능의 감퇴를 초래하는 대표적인 신경정신계 질환이다. 고령화의 급속한 진행에 따라 치매에 걸리는 노인의 숫자도 날로 증가하고 있는데, 정부의 최근 발표 자료에 의하면 2013년 우리나라 치매노인 수는 약 50만명 정도로 추정되고, 2020년에는 70만 명으로 증가할 전망이다[1, 2].

치매는 조기진단을 통해 회복 가능한 치매를 감별할 수 있으며, 혈관성 치매의 경우 적절한 치료를 통해 병의 진행을 중지시킬 수 있고, 알츠하이머병인 경우 적절한 치료를 통해 증상의 완화 내지 경

과의 둔화 유도가 가능하다. 특히 혈관성 치매는 퇴행성 치매와는 달리 추가 발생 가능한 이차적 뇌혈관 질환을 예방하면 치매의 발생 또는 진행을 막을 수 있으므로 조기 스크리닝(Screening) 및 조기 치료가 매우 중요하다[3, 4].

한편 노인들의 만성질환을 조기에 검진하기 위해 일반적으로 소변을 통한 검사를 이용한다. 소변 검사란 소변의 색이나 혼탁도 등의 물리적 성상을 검사하고 소변으로 배출되는 여러 종류의 노폐물을 반정량적으로 검출하는 검사이다. 따라서 소변검사는 요로 감염 등의 신장 및 비뇨기계 질환, 내분비 질환, 대사성 질환 및 전해질 이상을 비롯한 각종 신장질환과 전신질환의 조기진단용 선별검사(screening)로 이용되는 중요한 검사이다[5, 6]. 일반적으로 병원에서 소변검사라고 부르는 것은 물리적 성상 검사와 소변 검사지를 이용한 화학적 검사를 의미한다[7]. 최근 소변 속의 알부민이 노인성 치매로 이어질 수 있는 인지능력 저하를 초래한다는 연구결과가 나왔으며, 미국 하버드대학 의과대학에서는 소변에 알부민이 조금만 섞여있어도 인지능력저하가 빠른 속도로 진행된다는 사실을 임상실험 결과로 밝혔다[8, 9].

병원에서의 뇌영상 의학적 방법을 통한 초기 진

*Corresponding Author(mg_cho@semyung.ac.kr)

Received: 3 Nov. 2014, Revised: 28 Dec. 2014,

Accepted: 26 Jan. 2015.

J.Y. Kim, M.G. Cho: Semyung University

※ 이 논문은 2014년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2012R1A1A1001704)

© IEMEK J. Embed. Sys. Appl. 2015 Apr. 10(2) 109-117

ISSN : 1975-5066

http://dx.doi.org/10.14372/IEMEK.2015.10.2.109

단적 접근은 임상적으로 충분한 증상이 나타나기 전에 병을 진단하는데 도움이 된다[10]. 하지만 시간과 비용 측면에서 고가의 정밀진단은 일반인에게 문턱이 높다. 최근 치매진단을 위한 간편한 방법들이 제안되고 있는데, 첫째로 우리 정부에서 시행하고 있는 복지정책으로 보건소에서 수행하는 간이 정신상태 검사설문(MMSE-DS : Mini- Mental State Examination for Dementia Screening) 통한 치매 진단을 들 수 있다[11, 12]. 둘째, 비교적 쉽게 구할 수 있는 생체센서인 산소포화도(SpO₂) 측정기를 통한 산소포화도와 노인성 절병(치매)의 상관관계 연구가 소개되나 있다[13, 14]. 셋째, 고혈압 및 두부혈압의 상승이 각종 성인질환과 뇌졸중, 치매, 중풍의 원인임이 밝혀지고 있다[15, 16]. 넷째 소변검사서 소량의 단백질(알부민)이 검출되어도 여성노인의 언어구사 및 인지능력의 퇴보를 초래할 수 있으며, 알부민의 양이 정상대비 1.5배만 되어도 치매성 기억상실의 확률이 크게 높아짐을 임상적으로 증명한 연구결과가 있었다[17, 18].

하지만 기존의 연구들은 치매진단을 위한 일부 요소를 제안했을 뿐, 치매진단의 정확도를 위하여 종합적으로 고려하는 방법은 제시되지 않았으며 사용자 하여금 손쉽게 진단하는 방법에 대한 제안도 없었다. 또한 기존에 육안으로 소변검사지의 색깔을 기준색상 모델과 비교하여 판단하던 것을 대신하여 스마트폰의 카메라를 이용하는 방법들이 소개되고 있으나 알고리즘의 복잡도, 결과의 항시성 및 구현시의 실용성측면에 문제가 있었다[19, 20].

그러므로 본 논문에서는 가장 간편하고 저렴하며, 손쉽게 시행할 수 있는 검사인 소변 검사지를 스마트폰 카메라로 판독하여, 치매진단의 단서가 되는 알부민 검출을 도입하고 치매진단에 주요요소인 전자설문지, 산소포화도와 심박변위도 등을 종합적으로 고려하여 치매 스크리닝 앱을 개발하였다. 이를 통해 갑자기 닥치는 치매를 조기에 발견하고 적극적으로 관리함으로써 스스로가 더욱 건강하고 행복한 생활을 영위하는데 도움이 되고자 한다.

II. 본 론

본 장에서는 기존연구 중에서 스마트폰과 연동하여 치매진단에 활용 가능한 연구결과들[11-16]을 정리하고, 이것을 활용하여 치매의 스크리닝(약식 병증판별)에 사용가능한 주요 인자와 동작 알고리즘을 도출한다.

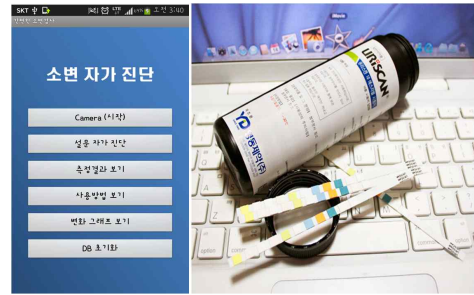


그림 1. 검사지를 이용한 소변검사 애플리케이션 [21]

Fig. 1 Application for urinary test using Urine stick [21]

1. 치매진단에 사용가능한 기존의 연구

1.1 검사지(스틱)를 이용한 소변검사

소변검사란 소변의 색이나 혼탁도 등의 물리적 성상을 검사하고 소변으로 배출되는 여러 종류의 노폐물을 반정량적으로 검출하는 검사로서 요로 감염 등의 신장 및 비뇨기계 질환, 내분비 질환, 대사성 질환 및 전해질 이상을 비롯한 각종 신장질환과 전신질환을 조기에 발견하고 진단하는 데 있어서 선별검사로 이용되는 매우 중요한 검사이다[5, 6]. 일반적으로 병원에서 소변검사라고 부르는 검사는 물리적 성상검사와 소변 검사지를 이용한 화학적 검사를 의미한다[6]. 기존에는 육안으로 소변 묻힌 검사지와 기준색상을 비교하여 판단하였으나 조명과 주변상황에 따라 주관적인 결론을 내리는 모호성이 존재하였다. 최근 육안으로 판단하던 것 대신 스마트폰의 카메라를 이용하는 방법들이 소개되고 있으나 계산의 복잡도, 항시성 및 실시간 처리지연 등 실용성측면에 문제가 있었다[19, 20]. 그림 1은 본 연구팀에서 개발한 스마트폰용 카메라의 RGB값을 바탕으로 설계된 효율적인 구조의 소변자가진단 앱이다[21].

1.2 치매선별 간이검사 (MMSE-DS)

전 세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 간이 정신상태 검사(MMSE : Mini-Mental State Examination)는 민감도와 특이도가 뛰어난 치매 선별도구였다[11]. 하지만 MMSE는 기억력의 평가비중이 적고 피검자의 학력에 영향 받으므로 이 한계점들을 개선하고 한국노인의 인구학적 특성과 문화적 특성이 반영됨과 동시에 진단정확도가 우수한 한국어판 간이 정신상태검사 (MMSE-Dementia Screening)가 개발되어 표준화 작업을 거치고 신뢰도와 타당성을 검증받게 되었다[12].

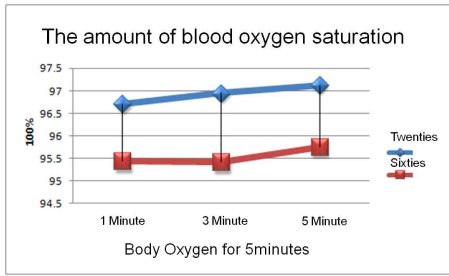


그림 2. 20대와 60대의 혈중산소포화도의 차이곡선[14]

Fig. 2 Differences of Blood Oxygen Saturation between 20s and 60s

1.3 산소포화도(SpO₂) 측정

고농도 산소를 공급하였을 때 노인의 혈중 산소포화도에 비해 젊은이의 혈중 산소포화도(SpO₂)가 더 크게 나타나고 동시에 인지기능을 수행할 때 혈중 산소포화도의 절대값과 인지수행능력은 양의 상관관계가 있다[13]. 그러므로 산소포화도 센서를 활용하면 간단하게 인지능력의 이상 및 치매의 초기단계를 측정할 수 있는 가능성이 있다. 아래 그림 2는 20대와 60대의 혈중산소 포화량을 나타낸 것으로 95%이하가 되면 산소포화량의 이상으로 볼 수 있다[14].

1.4 심박변이도(HRV)의 측정

고혈압과 두부혈압의 상승에 의한 혈류장애는 만선두통과 피로, 성인병 나아가 뇌졸중, 치매 및 중풍의 원인으로 작용하고 있다[15]. 추가적으로 뇌졸중과 치매는 혈압보다 두부혈압과 더 밀접한 관계가 있지만 쉽고 간편하게 혈압과 두부혈압을 동시에 측정하는 기기는 없었다. 하지만 혈압이 높은 사람에게서 두부혈압이 높은 양의 위험도 상관관계가 있으므로 혈압을 측정하여 간단하게 뇌혈류 장애의 위험을 예측할 수 있다[16]. 고혈압의 경우 심장박동수가 증가하고 소변에서 단백뇨와 같은 증상이 나타나기도 하는데, 최근 적외선을 이용하여 심장박동수를 간단하게 측정할 수 있는 스마트워치 등이 시중에서 다수 판매중이다.

2. 제안하는 소변검사와 생체센서를 이용하는 치매 스크리닝 알고리즘

앞 절에서는 스마트폰에 적용했을 때 치매의 진단에 사용할 수 있는 다양한 기술들을 소개하였다. 본 절에서는 소변검사와 다양한 생체센서를 이용하여 치매진단의 정확성을 높이기 위한 스마트폰용

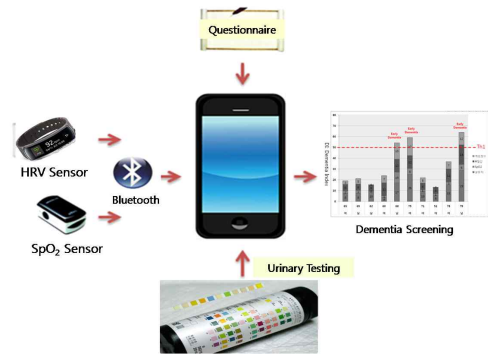


그림 3. 제안하는 소변검사와 생체센서들을 사용하는 치매 스크리닝 애플리케이션의 구성도
Fig. 3 Composition diagram of the proposed Dementia screening application program using urinary test and biometric sensors

치매 스크리닝 애플리케이션(앱)의 동작 알고리즘을 설명한다.

2.1 치매진단용 애플리케이션의 구성

결국, 현대인이 항상 휴대하는 스마트폰과 생체 센서인 SpO₂ 와 혈압센서의 결합하여 언제 어디서나 장소에 구애 없이 자신의 건강 상태를 파악 가능하기 때문에, 병이 발병 후 치료 목적으로 사용된 기존 고가 장비들과는 달리 치매의 위험으로부터 신속하게 예방 및 대비할 수 있다. 그림 3은 블루투스(Bluetooth 4.0)를 이용하여 산소포화도(SpO₂)센서와 HRV(심박)센서로부터 생체정보를 수신 받고 설문지와 소변검사결과를 스마트폰용 앱을 통하여 종합적으로 분석하여 사용자의 치매정도를 스크리닝하는 구조를 가진다.

2.2 제안하는 치매 스크리닝 앱의 동작과 반응 알고리즘

그림 4는 생체센서, 설문지, 소변검사를 통해서 나온 데이터로 치매 지수(Dementia Index)를 결정하고 임상에 의거한 임계값(Threshold value)을 비교하여 치매의 단계를 정상과 치매초기 단계로 나누어 알려주고 해당하는 치매예방 및 치료에 도움이 되는 정보를 제공하는 스마트폰용 애플리케이션의 동작 순서도 이다.

첫째, 치매진단의 기준이 되는 치매지수를 식(1)으로부터 도출해 낼 수 있다.

$$DI = \sum_{k=1}^4 DI_k \cdot a_k \tag{1}$$

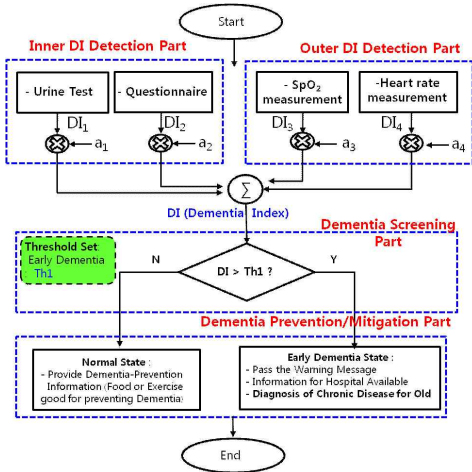


그림 4. 생체센서와 소변검사를 이용하는 제안 치매스크리닝 방법의 흐름도

Fig. 4 Flow chart of proposed Dementia screening method using smart phone with biometric sensors and urine test

여기서 $a_1 = 0.3, a_2 = 0.3, a_3 = 0.2, a_4 = 0.2$, 즉 치매 결정에 있어 소변검사의 가중치는 30%, 설문지의 가중치는 30%, SpO2와 심박센서 등의 가중치는 각각 20%, 20%이다.

둘째로 도출된 치매지수와 임상실험에서 결정된 임계치(th1: threshold 1)를 비교하여 정상상태인지 경증의 치매인지를 판단한다. 중증의 치매는 외형상 쉽게 판단 가능할 뿐 아니라 관별 후 치료의 효과가 적기 때문에 고려하지 않았다. 셋째로 치매로 관별되면 스마트폰은 그 반응으로 사용자 본인과 가족에게 경고하며 치매치료관련 정보를 제공한다. 마지막으로 초기치매의 경우, 가까운 치매전문 병원의 정보와 예약 전화번호를 제공함으로써 의심환자가 즉시 병원에 예약하여 방문할 수 있도록 한다.

III. 앱의 구현 및 실험

본장에서는 그림 5와 같이 소변검사, 설문지 그리고 생체센서를 스마트폰과 연결하여 치매를 진단하는 안드로이드기반의 앱을 실제 구현한 예를 보인다. 그리고 소변검사, 설문검사, 생체센서를 이용하여 실제 개발된 치매 스크리닝 앱으로 간단한 임상실험을 수행한 결과를 제시하고 분석하였다.

본 치매 스크리닝 앱의 구현에 사용된 스마트폰과 센서의 구체적인 사양을 열거하면 다음과 같다.



그림 5. 치매 스크리닝 앱의 시작페이지와 구성도
Fig. 5 Start screen shot and component block for the proposed Dementia screening application

- 스마트폰 : 삼성 갤럭시S III
- 소변검사 : 영동제약 URISCAN
- SpO2측정 : Berry Pulse-Oximeter (Bluetooth 4.0)
- 심박동수 측정 : 삼성 기어핏(SM-R350) (Bluetooth 4.0)

3.1 소변검사를 이용한 치매지수 도출

본 절에서는 CLINITEK Advantus 소변 화학검사 분석기 같은 고가의 의료 장비대신, 현대인이 항상 휴대하는 스마트폰과 시중의 소변검사지를 통해 언제, 어디서나 장소에 구애 없이 간편하게 소변검사를 하여 자신의 건강 상태를 파악 할 수 있도록 한다. 그리하여 소변에 포함된 알부민의 양으로 치매의 조기검진을 가능하게 하고자 한다. 그림 5는 소변검사지의 색상 변화를 스마트폰 카메라로 촬영하여 잠정적인 검사 결과를 진단하는 시스템을 나타낸다.

우선 소변검사 전,후의 소변검사지 검사패드 색상을 측정하기 위하여, 각각 검사패드가 위치하는 좌표(픽셀)의 RGB(적,녹,청)값을 읽어오는데, 개발환경인 안드로이드 Bitmap에서는 추출한 int 형의 픽셀 정보를 Alpha, Red, Green, Blue 각각 1바이트씩 4 바이트로 이루어져 있기 때문에 아래와 같은 식(2)로 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \text{Red} &= (\text{Pixel}(x,y) \gg 16) \& 0xFF \\
 \text{Green} &= (\text{Pixel}(x,y) \gg 8) \& 0xFF \\
 \text{Blue} &= \text{Pixel}(x,y) \& 0xFF
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

색상인식 구현에 있어서, Open CV(Open Computer Vision) 영상처리 알고리즘을 사용하게 된다면, RGB 색상모델은 조명에 영향을 많이 받기 때문에 정확도가 많이 떨어지므로, Open CV 방식이 아닌, 위의 식으로 색상인식을 하게 되면, Open CV(Open Computer Vision) 영상처리 알고리즘에

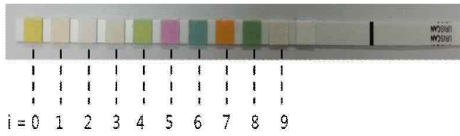


그림 6. 소변검사지의 검사패드 번호도 [22]

Fig. 6 Number of detection pad in urine test strip [22]

표 1. 색깔비교에 따른 단백질 검출 및 치매지수 (DI_1)도출

Table 1. Decision of detecting Albumin and DI_1 according to color comparison

Protein_ a_1 (Low) $DI_1 = 5$	$U[4]_R - U[4]_G \geq 13.3$ && $U[4]_G - U[4]_B \geq 1$ && $U[4]_B - U[4]_R \leq -13.8$
Protein_ a_2 (High) $DI_1 = 15$	$U[4]_R - U[4]_G \geq 39.8$ && $U[4]_G - U[4]_B \geq 9.5$ && $U[4]_B - U[4]_R \leq -46.3$
Protein_ a_3 (Warning) $DI_1 = 25$	$U[4]_R - U[4]_G \geq 64$ && $U[4]_G - U[4]_B \geq 33$ && $U[4]_B - U[4]_R \leq -62.8$

비해 상당히 가깝고, 계산하는데 있어서 간단하기 때문에 위와 같은 계산방법으로 색상인식 측정을 하였다.

식 (2)로 소변검사 전 $U_{RGB}(i)$, 후 $U'_{RGB}(i)$ 의 검사패드 RGB값을 측정하고, 소변검사 전 값을 기준값으로, 소변검사 후의 값과 비교계산을 하여 차이값에 따라 색상변화 정도를 파악하여 표준검사색과 맵핑을 통해 위험도를 낮음(a_1), 높음(a_2), 위험(a_3) 총 3단계로 나누게 되는데, 소변검사 결과, 시험지가 알부민(단백질)에 양성반응을 띄는지의 여부를 판단하는 기준이 되는 양성반응지수는 표 1로 계산할 수 있다. 그림 6은 소변검사지의 검사패드에 번호를 할당한 것으로, 검사패드의 색깔변화를 표준 소변검사지의 색깔과 비교하여 만성질환(치매포함)의 간단한 측정 가능하다.

표 1의 측정결과, 각각의 시험지마다 측정된 결과 값 a_1, a_2, a_3 을 통해, 위험도의 정도를 낮음, 높음, 위험 총3단계로 판단한다[21].

그림 7은 사용전 소변 검사지를 스마트폰의 카메라로 촬영하여 기준을 삼고, 오줌을 묻힌 검사지를 촬영하여 그 차이 값에 해당되는 RGB 값을 계산하



그림 7. 소변검사용 자가진단 앱 [21]

Fig. 7 Screen shot of Urinalysis Application [21]

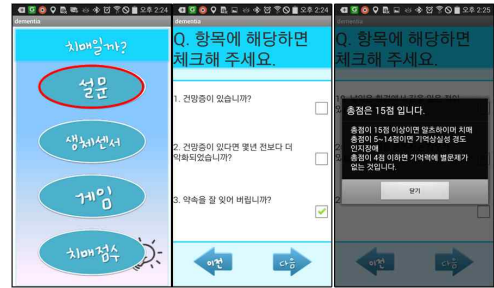


그림 8. 스마트폰을 이용한 치매 진단용 전자설문지

Fig. 8 Screen shot of carrying out question investigation for Dementia using smart phone

여 가장 가까운 표준검사 색을 통해 각 성분들의 검출정도를 3단계 색으로 구분되는 막대그래프로 표현하였다. 5번째 항목이 단백질 포함여부이다.

3.2 스마트폰의 전자설문지로 치매지수 도출

국가에서 지정한 치매 진단 설문지인 MMSE-DS를 이용 하여 간단하게 치매에 대하여 검진할 수 있다. 사용한 설문내용은 논문[12]에서 제시한 내용을 30점을 만점으로 정규화 하여 스마트폰에 맞게 구현하였다. 질문사항이 해당되면 체크 표시하는 방식이며 최종화면에서 20문항의 문제를 다 풀고나면 그림 8과 같이 설문점수와 스크리닝 결과를 확인할 수 있다. 이때 최종점수가 DI_2 의 값이다.

그림 9의 ㉔와 같이 그림 8의 설문지는 스마트폰에 내장되어 있다. 스마트폰을 직접 다루기 어려운 노인은 보호자가 사용자의 스마트폰에 제안 앱을 동작시켜서 점수를 측정하도록 한다.

3.3 블루투스기반 생체센서로부터 치매지수 도출
블루투스는 근거리 무선통신 규격의 하나로, 2.45GHz 주파수를 이용하여 반경 10~100m 범위



그림 9. 심박동수와 SpO_2 생체센서를 무선으로 연결하여 치매지수(DI)를 측정

Fig. 9 Smart phone measuring DI(Dementia Index) from HRV and SpO_2 sensors

안에서 휴대폰과 주변전자제품간의 고속으로 데이터를 주고받을 수 있으므로 손쉽게 생체센서로부터 측정 데이터를 얻기 위해 채택하였다.

그림 9는 스마트폰에서 생체센서로부터 데이터를 수집하여 DI를 도출하는 그림이다. 그림속의 ③번은 SpO_2 센서(Pulse Oximeter)이고 ④번은 심박동수를 측정 가능한 스마트워치이다. 두 개의 생체센서 측정값은 블루투스를 통하여 ⑤번의 스마트폰으로 전송된다.

먼저 SpO_2 센서의 경우, 산소 포화도의 최댓값은 99%로 아주 건강한 경우이며 위험수치는 85% 이하이다. 그러므로 산소포화도 기반의 치매지수 DI_3 를 30점 만점으로 계산하는 과정은 다음과 같다[23].

$$DI_3 = \begin{cases} 20(14 - (SpO_2 - 85)/14), & 85 \leq SpO_2 \leq 99 \\ 20, & SpO_2 < 85 \end{cases} \quad (3)$$

또한 고혈압의 경우 심박동수의 상승을 동반하므로 치매의 발생위험도를 높이는 주요 원인이 된다. 혈압 센서로 측정된 수축기 혈압, H_{max} 를 기준으로 160(mmHg)이상이면 고혈압 2단계, 140이상이면 고혈압 1단계, 120이상이면 경계혈압, 120 이하이면 정상으로 판단할 수 있다. 하지만 기존의 혈압측정기를 이용한 방법은 물리적으로 피부를 압박하는 밴드가 필요하고 압박과 이완을 위한 1분 이상의 측정시간이 필요하였다[23]. 사용자의 큰 불편함과 자각 없이 혈압 측정을 대신할 수 있는 방법으로는 스마트와

표 2. 심박동수와 심박기반 치매지수 DI_4 의 맵핑표
Table 2. Mapping table between H_{max} and DI_4

Range of H_{max}	$H_{max} \leq 60$	$60 < H_{max} \leq 80$	$80 < H_{max} \leq 100$	$100 < H_{max}$
Decision	Good	fair	Bad	Worst
DI_4 Score	0	6	12	18

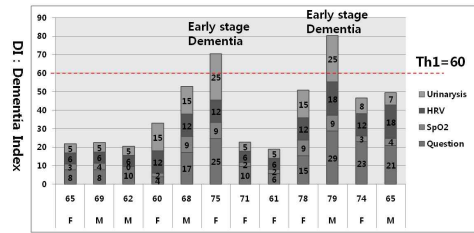


그림 10. 60세 이상 노인을 대상으로 한 제안하는 치매 스크리닝의 앱의 임상시험 결과 ($Th1$: 임계값)

Fig. 10 Result of Dementia Diagnosis for the aged over 60's from the Dementia Index using the proposed smart phone applications and Biometric Sensors ($Th1$: Threshold value)

치를 이용한 심박동센서(맥박센서)를 들 수 있다. 표 2는 심박동수를 이용한 치매지수의 도출 방법을 설명한 것이다.

참고로 SpO_2 센서로도 산소포화도 뿐만 아니라 심박동수의 측정이 가능하지만, 짧은 시간에도 큰 변화가 있는 심박동수의 측정을 위해서는 손가락에 끼어서 측정하는 SpO_2 센서 보다는 항상 착용이 가능한 스마트워치를 이용하는 것이 사용자의 편의성 측면에서 이점이 있으므로 심박동수 측정용 센서로 채택하게 되었다.

3.4 결정된 치매지수와 임계값으로부터 초기치매를 스크리닝

소변검사, 설문지, 생체센서등을 통해 수집된 데이터를 바탕으로 결정된 최종 치매지수(DI)를 임상 실험에 의한 임계값과 비교하여 최종 판결을 내리는 단계이다. 그림 10은 한방병원에 내원한 임의의 60세 이상 환자를 대상으로 제안하는 스마트폰용 치매진단 어플리케이션과 생체센서를 이용하여 치매지수를 도출한 그림이다. 이때 임계값($Th1$), 60은 보호자로부터 치매초기로 밝혀진 환자들을 다른 환자와 구분 짓는 임시 판단 값으로 이 임계값 보다 치매지수

가 큰 환자를 치매초기로 판정하였다. 그림 10에 따르면 치매초기 환자로 판정된 사용자 수는 2명이며, 임계값의 경계지역에 3명이 추가로 존재하여 꾸준한 모니터링이 필요한 경우이다. 보호자와의 인터뷰와 담당의사와의 면담을 바탕으로 실시한 임상시험의 결과를 분석해 보면, 치매지수(DI)가 임계값인 60점 이상인 경우 의사로부터 치매로 진단을 받은 경우였다. 그러므로 제안하는 치매진단 애플리케이션은 치매를 조기에 찾아내어 관련치료를 받기위해 병원 방문을 유도하는 치매 스크리닝의 기능을 할 수 있다고 생각한다.

IV. 결 론 및 토 의

치매(혈관성, 알츠하이머)와 같은 질병은 치료보다는 예방이 최우선이며, 발병 후에는 병의 악화 속도를 늦추는 것이 최선이다. 그러므로 본 논문에서는 매일 지니고 있는 스마트폰과 휴대가 가능한 생체센서 모듈을 이용하여 자신의 치매 위험성을 실시간으로 진단할 수 있는 어플리케이션을 개발하고 임상실험을 통해 초기 치매 스크리닝 도구로 사용가능함을 보였다.

향후 본 앱을 바탕으로 정확한 치매진단을 하기 위해서는 인증기관에서 임상시험 절차를 검증받아 신뢰도를 높이고, 더 많은 환자에게 임상시험을 적용함으로써 인자들의 가중치 및 임계값을 최적화함으로써 치매진단 알고리즘을 개선해야 할 것이다.

하지만 본 논문에서는 치매 스크리닝에 사용가능한 인자를 도출하고 소변검사와 생체센서들을 적용하여 스마트폰 앱으로 직접 구현함으로써 향후 적용가능성을 확인하는데 의의를 두고자 한다. 결론적으로 제안하는 스마트폰용 애플리케이션을 이용하여 실시간으로 자신의 치매 발병 여부를 스크리닝 하고 사전에 예방한다면 갑작스런 치매발병으로 인한 고통과 가족의 부담을 최소화 할 수 있을 것이다.

References

- [1] H. Cho, Z. Ko, "Current state of senile dementia and improvement of the long term care insurance for elderly people," Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 13, No. 12, pp. 5816-5825, 2012 (in Korean).
- [2] K.H. Lee, C.Y. Kim, S.H. Kim, "Diagnosis and treatment of dementia," Journal of the Korean Physical Therapy Science, Vol. 9, No. 3, pp. 171-178, 2002 (in Korean).
- [3] K.G. Choi, "Feature and treatment of vascular dementia," Korean Journal of Clinical Geriatrics, Vol. 7, No. 1, pp. 43-46, 2006 (in Korean).
- [4] J.H. Lee, "Treatment of vascular dementia: A Comprehensive Review," Journal of Neural Assoc., Vol. 21, No. 5, pp. 445-454, 2003 (In Korean).
- [5] Y.M. Lee, "Health zone check health index after medical check up," Health-news, Vol 36, No. 3, pp. 28-29, 2012 (in Korean).
- [6] Y.M. Lee, "Urine test litmus paper to check up my health", Health-news, Vol. 35, No. 11, pp. 16-17, 2011 (in Korean).
- [7] K.J. Nha, "Urinalysis and Urine Sediment," Journal of the Korean Veterinary Medical, Vol. 41, No. 11, pp. 1016-1031, 2005 (in Korean).
- [8] http://www.eurekalert.org/pub_releases/2010-11/ason-pit111010.php, American Society of Nephrology, 2013.
- [9] S. Tanaka, K. Motoi, M. Nogawa, T. Yamakoshi, K. Yamakoshi, "Feasibility Study of a Urine Glucose Level Monitor for Home Healthcare Using Near Infrared Spectroscopy," Proceedings of International Conference on Engineering in Medicine and Biology Society, pp. 6001-6003, 2006.
- [10] K.J. Lee, D.W. Lee, S.H. Ryu, E.J. Han, H.Y. Jung, "Survey of Neuroimaging and Biological Screening Tests for Early Detection of Dementia," Journal of Korean Geriatric Psychiatry, Vol. 10, No. 1, pp. 41-47, 2006 (in Korean).
- [11] M.F. Folstein, S.E. Folstein, P.R. McHugh, "Mini-mental state - A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician," J. Psychiatry Res., Pergamon Press, Vol. 12, pp. 189-198, 1975.
- [12] J.W. Han, T.H. Kim, J.H. Jhoo, J.H. Park, J.L. Kim, S.H. Ryu, S.W. Moon, I.H. Choo, D.W. Lee, J.C. Yoon, Y.J. Do, S.B. Lee, M.D. Kim, K.W. Kim, "A normative study of the

- mini-mental state examination for dementia screening (MMSE-DS) and its short form (SMMSE-DS) in the Korean elderly,” *Journal of Korean Geriatric Psychiatry*, Vol. 14, No. 1, pp. 27-37, 2010 (in Korean).
- [13] S.C. Chung, S. Iwaki, G.R. Tack, J.H. Yi, J.H. You, J. H. Kwon, “Effect of 30% oxygen administration on verbal cognitive performance, blood oxygen saturation and heart rate,” *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, Vol. 31, No. 1, pp. 281-293, 2006.
- [14] M.H. Choi, J.H. Kim, S.J. Lee, J.W. Yang, J. H. Jun, H.J. Kim, T.S. Lee, S.C. Chung, “Differences of blood oxygen saturation between 20s and 60s due to amount of highly concentrated oxygen administration,” *Korean Journal of the Science of Emotion and Sensibility*, Vol. 13, No. 1, pp. 41-46, 2010 (in Korean).
- [15] J.M. Gibbs, R.J.S. Wise, K.L. Leenders, T. Jones, “Evaluation of cerebral perfusion reserve in patients with carotid artery occlusion,” *Lancet*, Vol. 11, No. 1, pp. 310-314, 1984.
- [16] Y.H. Lee, S.B. Ko, D.M. Jeong, “Diagnosis parameters extraction by correlativity analysis of blood pressure and head blood pressure and Development of multi-function automatic blood pressure monitor,” *Journal of the Electronics Engineers of Korea*, Vol. 40, No. 6, pp. 58-67, 2003 (in Korean).
- [17] F. Grodstein, J.H. Kang, G. Curhan, “Protein in the urine: A warning sign for cognitive decline,” *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, Nov., 2010.
- [18] J. Barzilay, L. Launer, “Albuminuria and cognitive decline in people with diabetes and normal renal function,” *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, Aug., 2013.
- [19] J.J. Cho, J.H. Bang, S.J. Park, J.H. Yoo, “Adaptive mobile urin tester for varying illumination environment,” *Proceedings of Korea Computer Congress*, pp. 417-419, 2014 (in Korean).
- [20] J.-I. Hong, B.Y. Chang, “Developments of the smart phone-based calorimetry for multi-analyte sensing arrays,” *Lap on Chip*, Vol. 14, pp. 1725-1732, 2014.
- [21] J.Y. Kim, M.G. Cho, “Development of urinalysis application for early check-up of chronic disease,” *Proceedings of Autumn Korea Embedded Conference*, pp. 248-251, 2014 (in Korean).
- [22] http://blog.naver.com/kiss_8574?Redirect=Log&logNo=50178434306 (in Korean).
- [23] M.G. Cho, H.S. Choi, H.J. Kim, “Integration of application program for dementia diagnosis using bionic sensor and oxygen chamber”, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 14, No. 11, pp. 5847-5855, 2013 (in Korean).

Jun-Young Kim (김 준 영)



He is currently a student at Semyung university, school of information and communication engineering, 4th year. In March 2012, he joined the member of information and communication Lab. and has been studying for embedded systems such as healthcare system using smart-phone and bionic sensors.

Email: 0391kky@naver.com

Myeon-Gyun Cho (조 면 규)



He received the Ph.D. degree in Electrical and Electronic Engineering from Yonsei University, Seoul, Republic of Korea, in 2006. From March 1996 to February 2008, he was a senior engineer in 4G system Lab. of Samsung Electronics Co., LTD. In March 2008, he joined Semyung University, Jeachon, Republic of Korea, where he is currently the Associate Professor. His research interests include wireless communication and multiple-antenna, embedded software, healthcare system with bionic sensors and smart-phone.
Email: mg_cho@semyung.ac.kr