

# 일본 Home Health Care에 관한 연구개발 동향

우에노 아키노리, 김 경 호\*

동경전기대학 이공학부 전자정보공학과, \*삼성종합기술원

## 1. 머리글

일본사회는 이미 65세 이상의 고령자 인구가 18%를 넘어, 2015년에는 4명중 1명이 고령자가 될 것이라고 예측되고 있다. 또한 65세 이상의 인구에 있어서 의료시설/노인보전 시설 등에서 진료 받는 비율이 60%이상에 이르고 있다.

통원하고 있지 않는 노인을 포함하면, 고혈압이 약 3500만 명, 당뇨병이 약 1300만 명, 고지혈증 및 비만환자가 약 2000만 명 정도로 추정되고 있다. 이른바 생활습관병이라고 불리는 이러한 대상이 상기의 예만으로도 6천 만명 정도이며 향후 더욱 증가가 예상된다.

따라서 의료 경제적인 면뿐만 아니라 생활의 질(Quality of Life)라는 관점으로도 고령자의 건강을 어떻게 지켜나갈까가 일본정부에 있어서 상당히 중요한 문제이며 국민들이게도 큰 관심사로 되어 있다. 이러한 사실들은 2002년 7월 요미우리신문에 발표된 전국여론조사결과에도 나타나 있으며, "향후 살아가면서 투자하고 싶은 것은?" 이란 질문에 대해서 응답자의 44%가 건강이라고 답하고 있다. 이러한 사회적 환경을 바탕으로 일본정부의 경제산업성, 후생성 등을 중심으로 산업창출을 포함한 고령자지원기기의 개발이 진행되고 있다[1][2].

경제산업성과 NEDO(신에너지산업기술종합개발기구)는 [세계제일의 건강한 고령사회를 목표로 - 건강수명연장을 위한 의료복지기기 고도화 프로그램]을 추진하고 있고, [고령화 사회에 있어서 안전, 안심할 수 있는 질 높은 삶을 실현함과 동시에 고령자 등의 개호기간을 보다 짧게 할 수 있는 국민의 건강수명연장을 목적으로 하고 있다[3]. 관련 연구개발 항목의 하나로 [Home Health Care를 위한 고성능 건강측정기기의 개발]이 포함되어 있으며,平成15년도에 조성사업을 공모하고 있다 [4]. 본 보고에서는 상기 연구개발동향에 대하여 사례의 일부를 소개하고자 한다.

## 2. 고성능 건강측정기기의 개발

NEDO Project의 고성능 건강측정기기의 개발의 주요 내용은, (1) 건강모니터 기기 개발, (2) 건강상태의 평가/분석방법의 개발, (3) 각 기기간의 데이터 프로토콜의 표

준화, 세가지 기술개발로 구성되어 있다. 현재 진행되어 왔던 건강모니터기기의 개발뿐만 아니라 건강관리방법의 실용화 및 수집된 생체데이터에 의한 EBH(Evidence Based Health care-과학적 근거를 바탕으로 한 건강 관리) contents 및 business model개발을 포함하고 있어 새로운 건강서비스 산업의 활성화를 시험하고 있는 점이 특징이라 할 수 있다. 이하에 세가지 기술개발의 개요에 대하여 소개 한다.

### 2.1. 건강모니터 기기 개발

건강에 대해 불안을 안고 사는 현대인들을 대상으로 건강상태의 추정이나 EBH의 실현에 필요로 하는 각종 생체정보를 매일 통합적으로 계속 가능한 기기를 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. 이용자가 매일 지속적으로 계속이 가능한 점이 중요하다. 가능한한 무침습, 무구속, 무의식적으로 데이터를 얻는 것이 요구되어진다. 생체정보의 예로서는 체중, 체온, 체지방, 혈압, 심박, 혈중산소포화도, 혈당치, 혈관경화도, 칼로리 소비(운동량), 칼로리 섭취, 숙면도 등을 들 수 있다.

건강모니터기기의 개발에 있어서 EBH를 전면에 내세우는 것은 지금까지 일본에서 진행된 연구개발의 주요분야가 생체정보의 검출원리에 대한 연구개발이나 저침습, 저구속, 무의식 계속화에 집중되어 있었고, 또한 각종 측정방법의 개발이 개별적으로 수행되어 왔기에, 시스템으로서 통합적인 계속 여가 드물었기 때문이라고 생각된다.

예로서 필자의 조사에 의하면, 표1에 나타난 것과 같이 각종센서를 이용하여 여러 가지 생체정보의 계속이 실현되어 있으며, 건강모니터 기기에 있어서는 이러한 기술들의 발전과 더불어 실현될 것이라고 예상된다.

표1. 장애자 및 고령자를 대상으로 한 생체계측

센서	계측 가능한 생체정보
심전도 전극[5][6]	심전도, 심박수, 호흡수
맥파센서[7][8][9]	맥파, 산소포화도, 심박수
호흡센서[10]	호흡, 심박수
마이크로폰[11]	혈압, 심박수
압전소자[12][13][14]	활동, 호흡, 기침
자기센서[15]	호흡, 심박
화상[16]	호흡, 활동, 동작

또한, 계속에 있어서 저구속, 저침습, 무의식화에 대해서도 여러 가지 방법들이 제안되어 있으며, 이러한 방법들은 크게 [생활기기/설비에 내장화], [소형/경량/무선화에 의한

wearable화), (화상을 이용한 비접촉계측화)으로 구분할 수 있다. [생활기기/설비에 내장화]의 예를 들면 침대나 요, 에어매트, 버게등의 침구에 내장된 예 [12]~[15] [17]~[21]이외에도 욕실이나 틀니(마우스피스)[22], 시트벨트 [10]등에 내장된 예도 확인되었다. 또한 PHS(Personal Handy Set) 전화기에 기능을 내장한 예도 있으며[23], 이에는 [소형/경량/무선화에 의한 wearable화]의 분야로 분류할 수도 있다.

다음으로 [소형/경량/무선화에 의한 wearable화]의 예 [5][6][8][9], 전극을 이용하는 심전도에 관해서는 각 관련 회사들의 telemetry system이 이전부터 시판되고 있다. 또한, 이외에 스포츠/건강용기기로서 시계형 혈압/심박계 측정치 등도 시판되고 있다. 휴대전화의 보급과 전자통신 기술의 발전과 더불어 향후, 장치의 wearable화의 흐름은 급속도로 진행되리라 예상된다. 저가이며 대용량의 메모리가 보급되기 시작됨으로써 telemetry 대응으로 데이터를 저장하는 장치의 소형/경량화를 추구하는 case도 있었다[24]. 용도에 따라서 기록과 통신을 구분하여 사용 가능한 디지털 장치가 향후 보급되리라 생각한다. 마지막으로 [화상을 이용한 비 접촉계측화]의 예로서 CCD 카메라 등을 이용하여 이불이나 요의 움직임을 검출하여, 호흡관련 생체정보를 얻는 연구가 있었다. 하지만 화상은 취득자재가 사생활보호의 문제가 있기 때문에 이용자에 대한 배려가 필요하다. 관련하여 새로운 시도가 화상을 직접 얻는 것이 아니라 Fiber grating을 이용한 시각센서를 이용한 간접적인 화상취득 연구가 제안되었다[16].

## 2.2. 건강상태의 평가, 해석방법 개발

데이터 센터에 모인 방대한 데이터를 해석하여, 건강도를 추정/제시 가능한 시스템과 생활습관병등의 질병에 관한 위험을 추정하여, 진단지원을 가능하게 하는 건강정보분석 시스템의 개발을 목적으로 하고 있다. 추정대상질환의 후보로서는 비만, 당뇨병, 동맥경화, 수면장애 등을 들 수 있다.

건강상태의 평가/해석에 관해서는 최근에 들어서야 데이터 마이닝에 기초를 둔 질병의 위험예측 등의 연구가 시작되고 있으나 [25][26][27], 다른 나라에 비하여 이 분야는 뒤쳐져있는 것이 현실이다. [고령자 데이터 해석 알고리즘 경진대회]가 작년에 있었고, 필자도 관련한 일이었기에 조금 자세히 보고하고자 한다 [28]. 이 경진대회는 ME와 바이오사이버네틱스연구회의 주최로 열렸으며 (그림 1), 데이터베이스의 데이터는 주로 국립장수의료연구센터의 그룹들에 의해 제공되었다 [29].

데이터는 국내의 복수의 시설에서 계속 축적된 고령자의 일상생활중의 데이터와 재활치료중의 데이터로 경진대회의 과제는 실내의 다수센서에 의한 고령피험자의 행동 데이터와 가스, 수도 등의 사용여부 모니터의 데이터로부터 건강상태가 좋지 않은 날을 추정하는 필수문제(1)과, 보행훈련중의

가속도 데이터로부터 고령자와 젊은이를 판별하는 필수 문제(II) 및 독자 데이터에 의한 자유문제가 설정되었다. 데이터 베이스 공개 후 5개월간에 85건의 다운로드가 있었고, 경진대회 응모자는 필수문제(1)이 6명, 필수 문제(II)가 1명, 자유문제가 1명으로 총 8명이었다. 2003년 3월에 실시한 경진대회에서는 심사원 6명을 포함해서 참석자 45명과의 활발한 질의 응답이 이루어져 참가한 기업 및 대학연구자의 관심이 높음을 알 수 있었다. 또한 발표된 전체 연구과제들에 많은 독창적인 아이디어가 보여 경진대회로서도 성공적이었다.

하지만 참가자로부터 제안된 알고리즘의 필수문제(1)의 건강악화일(간호사가 건강불량이라고 판단해서 본인의 확인)의 정답자는 0명, 필수문제(II)의 고령자와 젊은이의 판별이 완전히 이루어지지 않는 않았다. 정보량의 부족이나, 문제설정의 난이도가 있었으나, 건강상태의 평가의 어려움을 다시 한번 확인할 수 있었다. 따라서 [건강상태의 평가, 해석방법의 개발]에 있어서 향후 많은 노력이 필요하다고 생각된다. 이번 경진대회에서 이용된 데이터는 계속하여 공개를 하고 있으며, 2003년 10월에 열릴 생체생리공학 심포지엄 [31]에서 결과가 보고될 예정이며, 향후 좋은 결과를 기대한다.

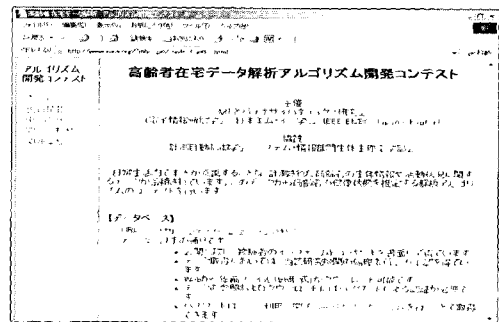


그림 1. 고령자 재택데이터 해석 알고리즘 개발 경진대회

## 2.3. 각 기기간의 데이터 프로토콜 표준화

데이터센터와 가정, 각 기기 등을 안전하게 통합적으로 연결하는 네트워크기기의 데이터 프로토콜을 표준화하여, 기기 상호간의 원활한 데이터 전송을 보증하는 인터페이스기기의 개발을 목적으로 하고 있다. 이와 관련된 사업으로서는 원격의료 [32][33] 및 원격재활[34]이 실제로 운용되기 시작되고 있기 때문에 원격의료/재활의 프로토콜을 고려하여 서서히 통일시켜 나갈 거라고 생각된다. 단, 일본국내의 네트워크환경은 B-Flats(100Mbps), ADSL(8Mbps), ISDN(64kbps) 이 혼재하고 있는 현실을 볼 때 각 가정의 네트워크환경에 적합한 데이터 수와 프로토콜을 변경할 필요성이 있으리라 생각된다.

## 3. 향후 전망[35]

현재의 의료는 질병이 발생한 경우 진단하여 치료를 행하는 Feed Back형이라고 할 수 있다. 한편, Home Health Care는

예방/보건을 축으로 한 Feed Forward형이며, 이를 실현하기 위해서는 보다 정확한 예측이 필요조건으로 말해지고 있다. Home Health Care에 있어서 EBH의 중요성이 지적되고 있는 것은 정확한 예측이 필요하기 때문이며, 아마도 EBH를 중시하는 조류는 향후 의료분야에도 파급할 것이라 생각된다. 주 의료를 발병한 질환에 대한 처치만으로 한정하는 것이 아니라 건강상태의 유지 질병예방을 위한 처치를 포함한다는 것을 의미한다. 이러한 변화는 의료도 Home Health Care로 예방을 축으로 한 의료로서 표 2와 같이 정리할 수 있다 [35]. 따라서 금후는 많은 데이터에 대한 해석을 기초로 각종 치료, 약제 등의 리스크를 제시하여 치료의 방침을 세우는 소프트웨어의 개발이 점점 중요해질 것이라 예상된다.

표 2. 예방을 축으로 한 의료의 새로운 패러다임

0차 예방	신체의 항상성 및 건강을 유지하기 위한 행위 (생물학, 건강과학, Self care 등)
1차 예방	질병의 예방 (예방주사, 면역, 유전자, DDS)
2차 예방	조기진단, 치료(바이오메딕 의료기술, 정보과학)
3차 예방	합병증/질병의 심화 방지 (바이오메딕 의료기술, 리스크 관리)
4차 예방	기능저하의 방지, 재활, normalization의 달성 (대체치료, 복지공학 등)
무한 예방	죽음에 대한 고통, 공포, 고독의 예방

#### 4. 마무리

NEDO의 프로그램인 [고성능 건강측정기기의 개발]을 한고로 하여 일본의 HomeHealth Care관련 연구개발동향에 관하여 소개하였다.

#### 참고문헌

1. 栗木聡 : 医用福祉産業をどう育成するか, Journal of Japanese Society for Medical and Biological Engineering, vol. 17, no. 2, pp. 62-64, 2003.
2. 貞鍋馨 : 医療福祉における医用生体工学への期待, Journal of Japanese Society for Medical and Biological Engineering, vol. 17, no. 2, pp. 61, 2003.
3. <http://www.nedo.go.jp/iry/index.html> "世界一元気な高齢社会を目指して 健康寿命延伸のための医療福祉機器高度化プログラム", 新エネルギー・産業技術総合開発機構 健康福祉技術開発室.
4. [http://www.nedo.go.jp/informations/koubo/150609\\_1/150609\\_1.html](http://www.nedo.go.jp/informations/koubo/150609_1/150609_1.html) "ホームヘルスケアのための高性能健康測定機器開発に係る助成事業者の公募について", 新エネルギー・産業技術 総合開発機構.
5. 川原田淳, 陳文西, 戸川達男 : "在宅医療におけるセンサ・電極のコードレス化の試み," 信学技報, vol. BME 93-48, pp. 65-70, 1993.
6. 竹内康人 : "50銭銀貨大の使い捨て ECG テレメーター

7. 山崎敏正, 剣持聡久, 福作伸一 : "指尖脈波を利用した心身状態分類の自動化に関する考察," 信学技報, vol. MBE 95-18, pp. 17-24, 1995.
8. 陶突, 石川茂, 岩田彰, 木村禎祐, 長谷川呂雄 : "テレリングセンサーによる脈波 R-R 間隔検出," 電子情報通信学会情報システムソサイエティ大会講演論文集, pp. 61, 木村禎祐, 大崎理江, 岩田彰 : "ウェアラブル脈波センサと心拍数検出アルゴリズム," 信学技報, vol. MBE2000-73, pp. 43-49, 2000.
9. 木村禎祐, 大崎理江, 岩田彰 : "ウェアラブル脈波センサと心拍数検出アルゴリズム," 信学技報, vol. MBE2000-73, pp. 43-49, 2000.
10. 田中正吾, 林寛人, 松原篤 : "歪みゲージを用いたドライバーのための呼吸および心拍の無拘束無侵襲計測," 計測自動制御学会論文集, vol. 37, no. 4, pp. 299-306, 2001.
11. 上本健太郎, 松本佳昭, 田中正吾 : "心音センサを用いた歩行時の心拍無拘束無侵襲計測," 計測自動制御学会論文集, vol. 38, no. 12, pp. 1055-1062, 2002.
12. 渡辺春美, 渡辺嘉二郎 : "睡眠中の心拍, 呼吸, イビキ, 体動および咳の無侵襲計測," 計測自動制御学会論文集, vol. 35, no. 8, pp. 1012-1019, 1999.
13. 渡辺嘉二郎, 渡辺春美 : "エアマットレス型無拘束生体計測の応用化研究," 計測自動制御学会論文集, vol. 36, no. 11, pp. 894-900, 2000.
14. 渡邊崇士, 渡辺嘉二郎 : "無拘束エアマットレス型生体センサによる睡眠段階の推定-心拍数変動と睡眠段階-, 計測自動制御学会論文集, vol. 37, no. 9, pp. 821-828, 2001.
15. 斉藤義明, 堀潤一, 木-ウ徹 : "磁気センサを用いた無意識呼吸心拍動検出装置の開発," 医用電子と生体工学, vol. 38-2, pp. 102-110, 2000.
16. 青木広宙, 中島真人 : "FG 視覚センサを用いた就寝者の呼吸モニタリングに関する検討," 電子情報通信学会情報システムソサイエティ大会講演論文集, pp. 320, 2001.
17. 松本佳昭, 上本健太郎, 田中正吾 : "イビキ発生時の心拍・呼吸の無拘束無侵襲計測," 計測自動制御学会論文集, vol. 37, no. 9, pp. 902-904, 2001.
18. 中島一樹, 田村俊世, 池秀敏 : "デジタルフィルタを用いた光電脈波法による心拍数・呼吸数同時モニタ," 医用電子と生体工学, vol. 34-4, pp. 360-366, 1993.
19. 中島一樹, 山小瀬寛, 久野弘明, 南部雅幸, 入山利江, 樋口昌男, 佐橋昭, 田村俊世 : "枕型呼吸モニタの開発," ライフサポート, vol. 13, no. 1, pp. 2-7, 2001.
20. 中島一樹, 山小瀬寛, 樋口昌男, 佐橋昭, 神谷香一郎, 塩見利明, 田村俊世 : "枕型呼吸モニタを用いた睡眠時

- 無呼吸症候群評価の検討,” 라이프サポート, vol. 14, no. 1, pp. 14-19, 2002.
21. 原田達也, 坂田晶子, 飯田豊, 森武俊, 佐藤知正: “圧力センサ枕による睡眠時呼吸・体動計測システムの実現,” 計測自動制御学会論文集, vol. 37, no. 7, pp. 593-601, 2001.
  22. H. Minamitani, Y. Suzuki, A. Iijima and T. Nagao: “A denture base type of sensor system for simultaneous monitoring of hydrogen ion concentration pH and tissue temperature in the oral cavity,” IEICE Trans. INF. & SYST., vol. E85-D, no. 1, 2002.
  23. 保坂良資: “PHS ホームアンテナの活用による痴呆症老人の徘徊初期段階検知システム,” 計測自動制御学会論文集, vol. 36, no. 12, pp. 1172-1177, 2000.
  24. 坂口正雄, 菊地雅博, 中島浩二, 大橋俊夫: “メモリー記録方式 2 チャンネル携帯型発汗計の開発,” 信学技報, vol. MBE2001-80, 2001.
  25. 鷲尾隆: “データマイニングとそのBiomedical Engineeringへの適用,” Transactions of the Japanese Society for Medical and Biological Engineering, vol. 41, Suppl. 1, pp. 32, 2003.
  26. 山田芳司: “冠動脈疾患のリスク診断システムの開発 - オーダーメイド医療を目指して -,” Transactions of the Japanese Society for Medical and Biological Engineering, vol. 41, Suppl. 1, pp. 34, 2003.
  27. 金智隆, 磯村正, 鷲尾隆, 北風政史: “医療情報に対する新しいデータ解析手法の適用,” Transactions of the Japanese Society for Medical and Biological Engineering, vol. 41, Suppl. 1, pp. 35, 2003.
  28. <http://www.ieice.org/~mbe/jpn/contest/index.html> “高齢者在宅データ解析アルゴリズム開発コンテスト,” ME とバイオサイバネティクス研究会.
  29. <http://geron.nils.go.jp/~algo2002/> “高齢者在宅データ解析アルゴリズム開発コンテストダウンロードページ,” ME とバイオサイバネティクス研究会.
  30. 中島 樹, 南部雅幸, 田村俊世: “データベースの構造および利用などに関する説明,” Proceedings of the 17th Symposium on Biological and Physiological Engineering, pp. 295-298, 2002.
  31. <http://bpes2003.bsp.bc.niigata-u.ac.jp/> “第18回生体・生理工学シンポジウム,” 生体・生理工学シンポジウム実行委員会.
  32. 広川博之, 山下浩志, 吉田晃敏: “旭川医科大学付属病院における遠隔医療の現状,” Transactions of the Japanese Society for Medical and Biological Engineering, vol. 41, Suppl. 1, pp. 93, 2003.
  33. 宮坂和男: “遠隔画像診断の現状: 大学発ベンチャービジネスの経験,” Transactions of the Japanese Society for Medical and Biological Engineering, vol. 41, Suppl. 1, pp. 94, 2003.
  34. 河村徹郎, 山下幸司, 石渡裕政, 岡野昭夫, 藤沢幸三: “遠隔リハビリテーションの現状,” Transactions of the Japanese Society for Medical and Biological Engineering, vol. 41, Suppl. 1, pp. 91, 2003.
  35. 桜川靖久: “MEと未来のヘルスケア,” Journal of Japanese Society for Medical and Biological Engineering, vol. 17, no. 1, pp. 4-5, 2003.

----- 저자 소개 -----



《植野 彰規(우에노 아키노리)》

- 1994년 게이오대학 전기공학과(공학사).
- 1996년 게이오대학 의공학전공 (공학석사).
- 1999년 게이오대학 의공학전공 (공학박사).
- 1999년 동경전기대학 전자정보과 조수.
- 2000년~현재 동경전기대학 전자정보과 전임강사.
- 1997년 일본계측자동제어학회 학술장려상 수상.
- 1997년 일본ME학회추계대회 청년연구자 우수상 수상.
- 1997년~99년 일본학술진흥회 특별연구원.
- 일본 계측자동제어학회, 일본 ME학회, IEEE EMBS, Life Support 학회 회원.
- 연구분야 : 안구운동, 뇌파, 심전도 등 생체신호 계측/응용.



《김경호》

- 1993년 경북대학교 전자공학과(공학사).
- 1996년 게이오대학 의공학전공 (공학석사).
- 1999년 게이오대학 의공학전공 (공학박사).
- 1998년~2000년 일본학술진흥회 특별연구원.
- 1999년~2000년 일본게이오대학 방문연구원.
- 2000년~현재 삼성종합기술원 Ubiquitous Health Project Team.
- 일본 응용물리학회, IEEE EMBS 회원.
- 연구분야 : 바이오센서, 생체신호 계측/응용, Telemedicine.