

임베디드 시스템을 이용한 거동관리 프로그램 개발

Development of behavior management program using embedded system

권석영¹, 권만준², 이대종³, 전명근⁴
충북대학교 전기전자컴퓨터공학부

Seok-Young Kwon¹, Man-Jun Kwon², Dae-Jong Lee³, Myung-Geun Chun⁴
School of Electrical and Electronic Computer Engineering
Chungbuk National University

요 약

본 논문에서는 PXA270 임베디드 시스템을 이용한 거동관리 프로그램 개발한다. 개발 프로그램의 목적은 혼자 있는 환자 또는 독거노인의 거동을 관리함으로써 응급상황을 신속히 처리하도록 한다. 우선 개발 프로그램은 웹 카메라(QuickCam Pro5000)를 사용하여 Visual Studio 2005로 기본프로그램을 작성하였다. 웹 카메라로 부터 영상을 받아온 후 기준영상을 등록을 한다. 다음 단계로 감시되고 있는 영상에 사람이 들어오거나 움직이는 물체가 있다면 감시영상에서 기준영상을 뺀 차영상 기법을 이용하여 지속적으로 물체를 추적 한 다음 물체가 일정시간 이상 움직이지 않는다면 경고 메시지를 출력하게 된다. 최종적으로 개발된 알고리즘을 임베디드 시스템인 PXA270에 탑재하기 위하여 Embedded Visual C++ 4.0을 이용하여 증명 한 후, 실험을 통하여 제안방법의 타당성을 검토한다.

Key Words : 거동관리, 임베디드 시스템, 웹 카메라, PXA270

1. 서 론

우리나라는 2000년에 65세의 인구가 7%를 초과하여 이미 고령화 사회(Aging Society)에 진입하였고, 2019년경에는 65세의 인구가 14%에 도달하는 고령사회(Aged Society)로의 진입이 예상되고 있다. 그리고 환자의 경우 지속적인 간병인을 두거나 가족이 지속적으로 환자를 관리하는데는 많은 어려움이 존재한다[1].

기존 병원의 진료 형태를 살펴보면 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 첫 번째로 환자는 정해진 시간에 병원이라는 장소를 방문해야하기 때문에 질료라는 행위를 시간적 공간적으로 구속한다. 두 번째는 환자에 대한 데이터는 환자가 병원을 방문해야만 얻을 수 있으며, 또한 장시간 기록을 요구하는 데이터들의 보존이 어렵다. 세 번째로는 환자가 병원을 방문하는 시점이 늦는 경우가 많다. 본인이 자각 증상이 생겨야 비로소 병원을 방문하게 되고, 자각증세가 있더라도 질병이 상당히 진행되어 고통스러울 정도가 되어야 방문하는 경우도 많다. 즉, 질병을 조기에 진단하여 치료가 어려우며, 응

급상황에 신속하게 대처할 수 있는 상황도 아니다. 따라서 앞으로의 의료방향은 병원을 중심으로 하는 현재의 의료시스템이 갖는 이러한 한계성을 극복하는 방향으로 나아가 병원뿐만 아니라 언제 어디서든지 환자의 건강상태를 모니터링하고 적절한 조치를 취할 수 있게 하는 임베디드 시스템이 필요하다[2][3]. 현재 다양한 형태의 건강 모니터링 시스템 중에서 가장 효율적인 방법이 카메라를 이용한 모니터링 방법이다. 이는 환자나 독거노인이 몸에 센서나 기기를 몸에 지속적으로 장착하고 있지 않아도 임베디드로 구성된 카메라로 상시 모니터링이 가능하기 때문에 사용자의 접촉이 불필요하다. 집안에서 활동하는 환자의 응급상태를 빠르게 파악하여 주고 환자의 일상생활의 패턴을 통하여 환자의 건강상태에 관한 중요한 정보들을 제공한다. 그리고 화면내의 특정 부위의 변화를 통하여 집안 내에서 환자의 이동 상태를 지속적으로 관찰할 수가 있으며, 환자나 독거노인이 어디에 있었는지, 어디에서 어디로 이동하였는지 알 수 있으며, 이 패턴을 분석하여 환자의 일상생활의 중요한 정보를 도출할 수가 있다.

본 논문에서는 가격대가 비교적 저렴한 웹 카메라와 PXA270보드를 사용하여 임베디드 시스템을 이용한 거동관리 프로그램을 개발하였다. 우선 Visual Studio 2005로 데모형 프로그램을 작성하였다. 일반 PC상의 데모형 프로그램이 크게 문제가 되지 않는다면 임베디드형으로 구성하여 Embedded Visual C++ 4.0으로 구현 한 후, 실험을 통하여 제안방법의 타당성을 검토한다.

2. 임베디드 시스템을 이용한 거동관리 시스템 개발

최적화 된 초소형 임베디드는 과거에 단순히 순차적인 작업만을 하기 때문에 임베디드 운영체제가 필요하지 않았으나, 점차 시스템의 복잡성과 다양성을 만족시키고 프로세스의 관리를 위하여 임베디드 시스템에서 운영체제가 요구되어 지고 있다[4]. 임베디드 시스템을 이용하여 거동관리 시스템을 개발하기 위해서는 우선 개발하고자 하는 목적에 하드웨어를 구성하고, 구성된 하드웨어에 적합한 프로그램을 하는 것이다. 본 논문에서는 Visual Studio 2005로 데모형 프로그램을 작성하고 문제점을 파악하고 해결을 한 후, 임베디드형 하드웨어로 구성된 PXA270에 Embedded Visual C++ 4.0으로 구현 하였다. 개발된 프로그램 과정을 설명하면 다음과 같다.

2.1 임베디드 시스템의 개발 환경

임베디드로 구성하기 위해서는 영상을 취득할 수 있는 웹 카메라와 하드웨어가 필요하다. 그림 1과 같이 웹 카메라는 로지텍사의 QuickCam Pro5000을 사용 하였으며, 하드웨어는 PXA270을 사용하였다.

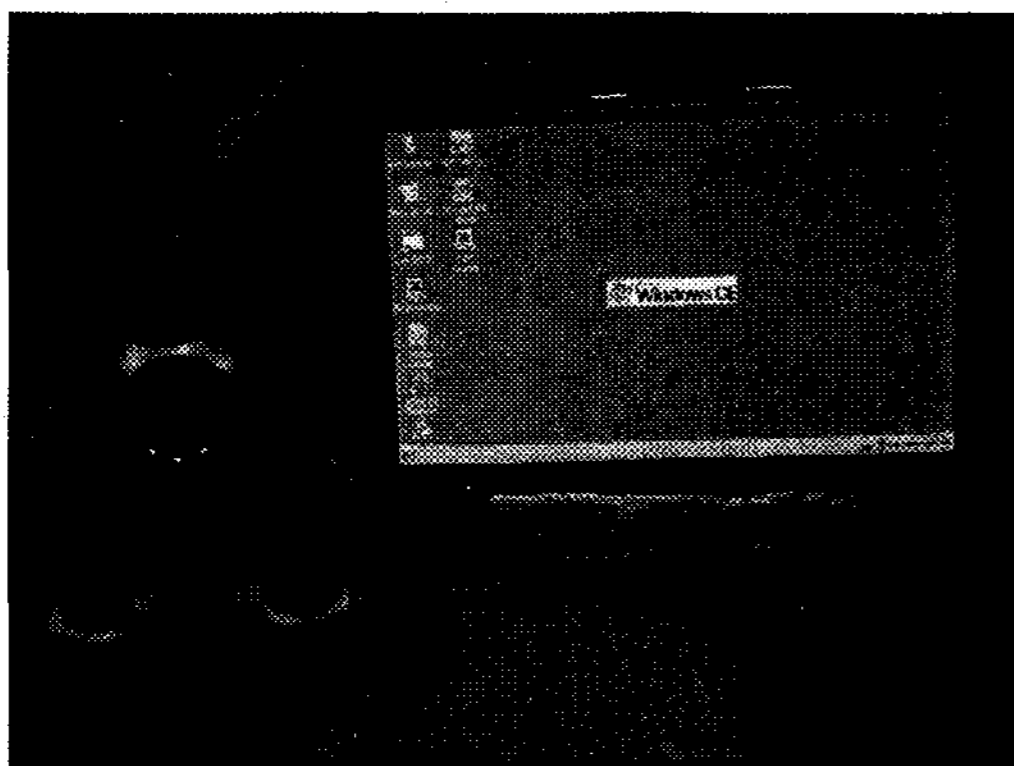
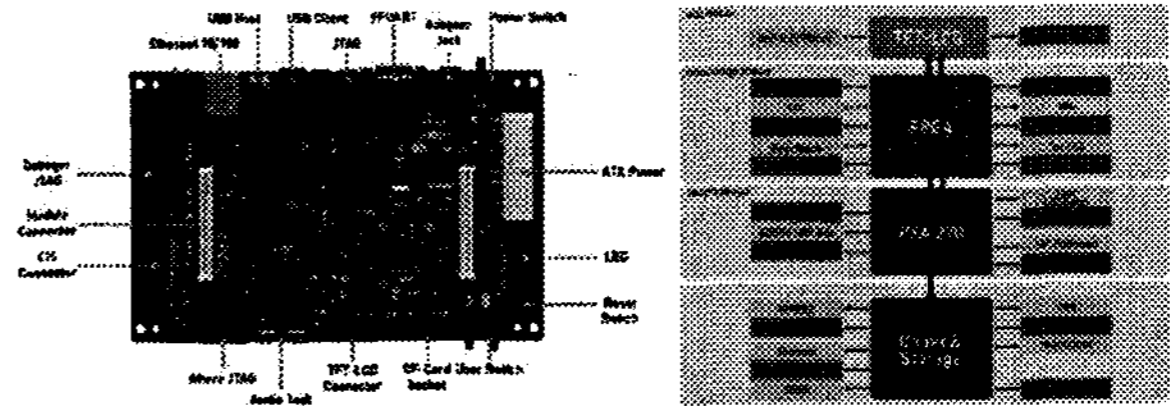


그림 1. 사용된 웹 카메라와 PXA270

Windows로는 Win CE 5.0 가 포팅 된 임베디드 보드에는 Intel PXA270프로세서를 사용하였다. 그림 2에서 보는 바와 같이 PXA270 프로세서는 32비트로

동작속도는 520MHz까지 동작을 하고, 기본적으로 통신용 시리얼 포트 3개, USB 호스트 1개, 클라이언트 1개를 제공한다. 또한, 프로그램 구동 및 부트로더, WinCE 커널, 파일시스템 저장을 위해 램 128Mbyte, 플래쉬 메모리 32Mbyte와 네트워크를 위한 10/100Mbps의 랜을 장착하였으며, 시리얼 포트 4개와 CF타입의 외장 메모리 슬롯, Bluetooth와 GPS모듈도 갖추고 있다[5].



(a) PXA270의 구성 (b) 블럭도

그림 2. PXA270의 구성(a)과 블럭도(b)

실험 장소는 그림 3과 같이 가로 3.7m, 세로 4.1m의 공간을 선택하였으며, 웹 카메라는 벽의 한쪽위의 기둥에 설치하였다.



(a) 설치된 웹 카메라 (b) 카메라에서 본 실험장소
그림 3. 기둥에 설치된 웹 카메라(a)와 실험장소(b)

2.2 임베디드 시스템을 위한 영상처리

일반적으로 실시간 영상처리 시스템에서는 연속 영상 중 각각의 프레임에서 특정한 특징 값들을 추출하여 그 값의 연속된 프레임 사이에서 변화패턴을 분석하여 각각의 작업을 처리하게 되는데, 이때 주로 사용하는 방법들은 화소에 기반한 방법, 히스토그램 기반의 방법, 특징 값을 이용하는 방법 등이 있다. 그리고 실시간 영상처리에서 사용되는 특징 값들은 정지 영상 처리에서 사용되는 특징 값 외에 연속된 프레임들의 시간에 따르는 변화를 이용하는 특징 값들이 사용된다. 그 중 가장 간단하면서도 쉽게 사용할 수 있는 특징값 중의 하나는 차영상(Difference Picture)기법이다 [6]. 차영상은 화소 값의 차이에 기반한 특징 값으로, 두 개의 프레임의 화소 값의 차이를 직접 계산하는 것이다. 두 영상 $K(x, y, t)$ 와 $K(x, y, t-1)$ 사이의 차영상 $F(x, y)$ 는 식(1)과 같다.

$$F(x, y) = |K(x, y, t) - K(x, y, t-1)| \quad (1)$$

차영상에서 어떤 위치의 화소 값이 크게 나온다면 이는 그 위치에서 시간에 따른 변화가 있음을 의미함으로 차영상을 이진화하면 간단한 계산만으로도 두 개의 프레임에서 움직임이 있는 곳을 찾을 수 있게 된다. 하지만 프레임과 프레임의 변화를 측정하여 나타내는 것이기 때문에 기준 영상이 필요하다. 이것은 감시 시스템에서의 카메라의 회전, 이동 등에 대단히 민감하기 때문에 고정된 카메라에서만 사용 가능하다. 그리고 조명변화에 대단히 민감하기 때문에 지속적인 기준영상의 변화가 중요하다. 그리고 움직이는 물체를 정확하게 추적하기 위해서는 주위의 잡음을 제거하는 것이 중요하다. 움직이는 물체는 이동하지만 주위 잡음들이 있다면 잡음 때문에 오류가 생길수도 있다. 이 잡음을 없애기 위해서 라벨링(Labeling)을 이용하여 기준보다 작은 값들의 물체는 삭제하여 움직이는 물체 추적을 최적화하였다.

2.3 Euclidean distance에 의한 물체 추적

웹 카메라로부터 들어온 영상과 기준영상의 차를 이용하여 결과영상을 만들어 낸 후, 그림 4와 같이 움직이는 물체의 여러 추적 기법 중 움직이는 물체에 점(Point)을 이용하여 일정 시간에 따라 움직임에 대해 점을 표시하도록 하였다.



그림 4. 점으로 표시된 움직임의 이동경로

움직이는 물체의 이동경로에 대한 패턴을 분석하기 위해서 거리척도기반으로 움직이는 물체의 이동경로를 분석을 하였다. 거리척도 기반의 기존 연구에서는 Euclidean 기반 거리척도 기법이 널리 사용되고 있다. 일반적으로 식 (2)와 같은 유클리디안 기반 거리척도가법은 고유벡터의 방향으로 사상된 특징벡터의 형태가 원형인 경우 우수한 결과를 나타내고 있다.

$$d = [(x_i - y_i)^T(x_i - y_i)]^{\frac{1}{2}} = [\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2]^{\frac{1}{2}}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

3. 실험 및 결과

프로그램 언어는 Visual Studio 2005와 임베디드 시스템에 포팅하기 위한 Embedded Visual C++ 4.0으로 작성하였다. 우선 프로그램을 설명하기 위해서 그림 5와같이 개발된 프로그램의 순서도를 나타냈다.

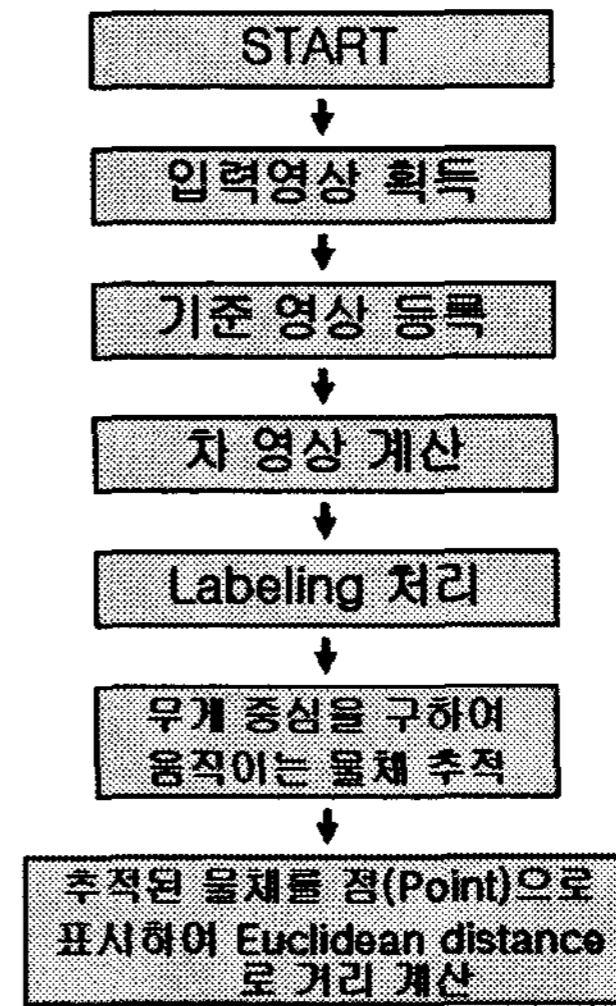
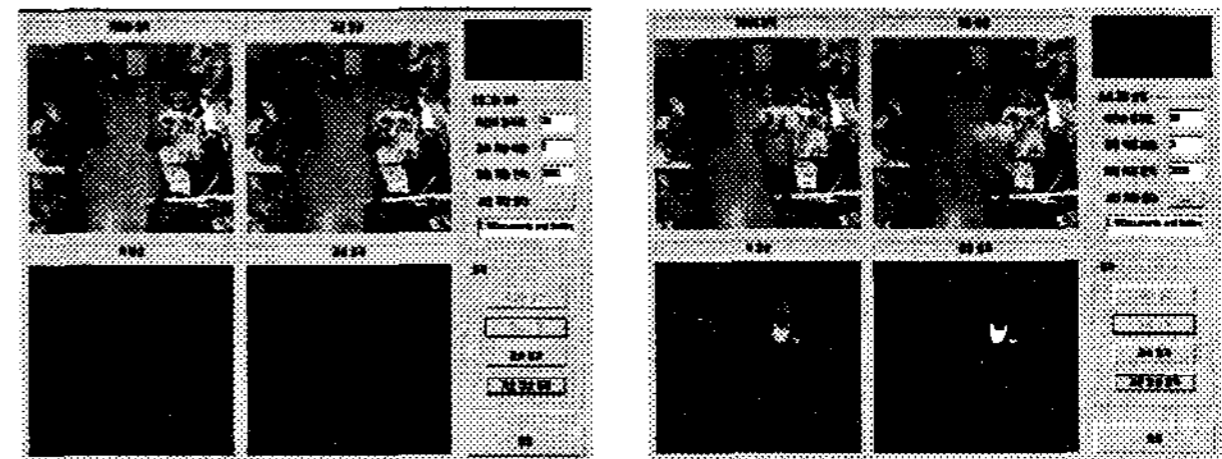


그림 5. 개발된 프로그램의 순서도

3.1 VC++을 이용한 데모프로그램 구성

임베디드로 구성하기 위해서는 하드웨어를 구성하고 하드웨어에 맞게 소프트웨어를 구성을 한다. 데모 프로그램인 Visual Studio 2005에서는 그림 6과 같이 구성하였다.



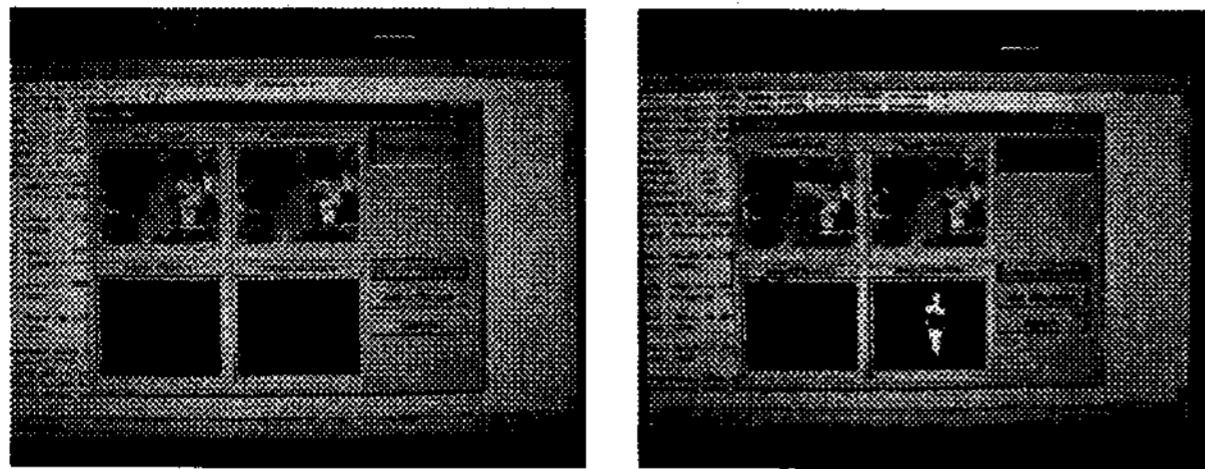
(a) 프로그램의 구성 (b) 인체 검출 결과
그림 6. 프로그램의 구성(a)과 인체검출 결과(b)

화면구성은 총 4부분으로 영상을 입력 및 처리를 하는 카메라 입력부분, 등록된 기준영상을 보여주는 기준영상 부분, 계산된 차영상 부분을 보여주는 차영상 부분, Labeling으로 주변 잡음을 제거한 결과를 보여주는 검출결과부분으로 구성되어 있다.

3.2 EVC++ 4.0을 이용한 임베디드 시스템 구성

Embedded Visual C++ 4.0로 구성된 프로그램은 그림 7과 같이 VC++과 같이 카메라 입력부분, 기준영상 부분, 차영상 부분, 검출 결과 부분 총 4부분으로 구성되게 하였다. 그러나 EVC++ 경우

VC++과 같이 많은 예제와 다양한 영상처리를 위한 함수들이 지원되지 않는다. 이 경우 EVC++에 맞는 함수를 새로이 작성을 하여야 한다.



(a) 임베디드 화면구성 (b) 임베디드 검출 결과

그림 7. 임베디드로 구성된 화면(a)과 임베디드로 인체를 감지했을 때의 검출 결과(b)

웹 카메라로부터 영상이 들어오게 되면 입력영상을 획득을 하게 된다. 입력 영상이 취득하게 되면 차영상을 계산하기 위하여 기준영상을 등록을 한다. 감시 시스템에서 문제가 되는 카메라의 회전 및 이동에 매우 민감하다. 그리고 배경의 조명변화에 매우 민감하기 때문에 기준영상을 등록하고 난 후, 지속적인 기준영상의 갱신이 이루어지게 하였다. 이렇게 기준영상이 등록이 되면 원영상과 기준영상을 이용하여 차영상을 얻어 낸다. 이렇게 얻어 낸 차영상으로 주변 잡음을 제거하기 위하여 Labeling을 거쳐 임계값(Threshold)보다 작다면 전부 제거를 한다. 움직이는 물체를 추적하기 위한 무게 중심을 구하고 무게 중심을 구한 결과에 점(Point)를 찍어 이동경로에 대한 추적을 하게 된다. 이렇게 추적을 하게 되면 시간과 사람의 움직임에 따라 점이 표시 되게 되는데, 이때 그 점들의 구간별로 Euclidean distance를 이용하여 움직인 사람의 이동경로와 움직임을 계산하여 움직임 유무에 대해 판단을 하도록 한다. 만약 Euclidean distance의 값이 거의 0에 가깝게 나타난다면 움직임이 없다는 결론이 생성되므로 경고 메시지를 출력하게 된다. 화면 왼쪽 상단의 메시지 박스는 아무것도 검출되지 않을 경우에는 초록색, 사람을 계속적으로 추적을 하고 있을 경우 파란색, 사람에게 움직임이 없다면 붉은색을 표시하여 경고 메시지를 출력하도록 하였다.

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 환자 및 독거노인들을 위한 거동관리 시스템의 개발에 대해서 논하였다. 환자 및 독거노인들을 관리 하기위한 시스템에는 여러 가지 방법들이 있지만 몸에 직접 센서나 기기를 장착해야만 하는 번거러움을 없애기 위하여 카메라를 이용한 임베디드 거동관리 시스템을 설계를 하였다. 어느 정해진 공간에 임베디드 시스템이 설치

된 카메라를 설치하고 웹 카메라에 들어오는 영상을 처리하여 환자나 독거노인의 상태를 확인하는 것이다. 우선 웹 카메라를 통하여 영상을 획득하고 획득된 영상에서 기준영상을 얻어내게 된다. 이렇게 얻어낸 입력영상과 기준영상을 차영상 기법을 통해 결과를 내고, 나타난 결과 영상의 주변 잡음을 제거 하기위하여 Labeling 기법을 통해 제거하였다. 무게 중심을 구해 움직이는 물체를 추적한 다음, 움직인 물체를 점으로 표시하여 이동한 경로에 대해서 Euclidean distance로 각점들의 거리에 대하여 이동경로를 계산하여 물체 움직임의 유무를 판별하였다.

향후 과제로서는 한 대의 카메라가 아닌 여러 대의 웹 카메라가 설치되어 환자나 독거노인이 어느 일정 카메라의 영역을 벗어나게 되면 다른 카메라가 연속적으로 추적을 계속하도록 하는 것이다. 이렇게 연속적으로 환자나 독거노인의 행동 패턴을 분석함으로써 병원이나 의료 기관에서는 좀 더 쉽게 환자의 상태를 파악이 가능하며 임베디드 시스템으로 구성되어 있기 때문에 환자의 습관이나 이동경로, 그리고 평소의 생체정보까지 장기간으로 보존이 가능하다. 응급상황 시 빠른 긴급 대응과 정확한 생체 정보의 획득이 가능하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Brucdet. E, "With respect to the recommendations on therapeutic management of the dyslipidaemic patient", Sang thrombose vaisseaux, Vol. 17, No. 7, pp. 388-389, 2005.
- [2] Dasgupta, A, "Usefulness of monitoring free(unbound) concentration of therapeutic drugs in patient management", Clinica chimica acta, Vol. 277, No. 1-2, pp. 1-3, 2007.
- [3] Martina. K., Miler. C., "Patent management: Evaluating patients,' perceptions of end-stage renal disease", Nephrology news and issues, Vol. 21, No. 6, pp. 44-49, 2007.
- [4] Thomas Batt, Embedded Internet in Vielen Variationen, Elektronik, <http://portolano.cswashington.edu/projects>.
- [5] Wang, S., Wu, Z.-h., Hu, P., "Design and implement of bootloader based on PXA270 processor", Journal-Sichuan university natural science edition, Vol. 44, No. 3, pp. 578-582, 2007.
- [6] Lamsrichan, P, Sanguankotchakorn, T., "Embedded Image Coding Using Context Adaptive Wavelet Difference Reduction", Ieice transaction on information and systems E series D, Vol. 90, No.1, pp. 81-89, 2007.