

논문 2010-6-29

이미지 분석 방식을 적용한 인지 재활 시스템

Rehabilitation System through Image Analysis Method

임명재*, 정희웅**, 권영민***

Myung-Jae Lim, Hee-Woong Jung, Young-Man Kwon

요약 본 논문은 이미지 분석 플랫폼(Open Eye)을 통하여서 치매노인 예방 또는 뇌졸중 환자 등을 위한 인지재활 시스템을 제안하고 한다. 본 방법은 카메라를 통하여서 사용자의 움직임에 따른 영상을 얻고 이를 OpenCV 영상처리 라이브러리를 기반으로 모션을 분석하여 이를 인지재활 시스템에 적용하였다. 제안하는 이미지 분석 시스템에서는 모션인지를 위해서 CAMshift 알고리즘을 적용하여 이미지 영역과 동작을 검출한다. 이를 통해 치매에 노출된 노인 또는 뇌졸중 환자들의 손동작 이미지를 검출하고, 검출된 이미지의 특징점을 추출한다. 추출된 결과 이미지를 다양하게 형상화하였으며, 지속적인 동작을 유도하여 운동성과 인지능력을 부여할 수 있는 게임형 인지 재활 시스템을 구현하였다.

Abstract In this paper, We analyzes the image along the platform (Open Eye), through prevention of dementia or stroke patients and cognitive rehabilitation for the proposed system. This way through the camera image according to user's movement gained OpenCV image processing library, which is based on motion analysis, a part of this rehabilitation is to apply to cognitive rehabilitation. Therefore, this paper proposes a new image analysis system has been exposed to the elderly or stroke patients with dementia, their hand gestures through which patients can detect the image of the cognitive rehabilitation to help them in the analysis of the image analysis system is proposed.

Key Words : OpenCV, 모션 인식, 인지 재활

I. 서론

최근 현대 사회에서는 의료기술 발달로 평균 수명이 증가되고, 고령화 사회로 인해서 노인 인구가 증가함에 따라 치매 환자도 증가하여 치매노인에 대해서 심각한 문제로 대두되고 있다.

우리나라의 치매 유병률은 치매의 유형에 따라 다르지만 1997년에 65세 이상 노인의 8.3%였으며 2010년에는 8.6%, 2020년에는 9%로 증가될 것으로 추정된다. 65세

후 연령이 5세 증가할 때마다 두 배의 유병률을 보인다.^[1] 이렇듯 치매 노인의 증가는 유병 기간의 증가로 치매 노인에 대해서 중요한 과제로 부상되고 있다. 치매는 증상으로 질환이 진행되면서 인지장애와 기능장애가 더욱 심해져 조기 진단 및 예방과 조기 치료가 중요하다. 그러나 초기 치매와 노화에 따른 인지기능 저하를 쉽게 구별하기 어려움에 따라 일반 노화 과정으로 인식하여 조기 진단 및 치료에 대하여 어려움을 겪는다. 따라서 본 논문에서는 치매에 노출된 노인들의 치매 예방과 뇌졸중 환자들의 인지 재활치료를 위하여 환자가 참여하여 능동적으로 재활 및 예방 훈련을 할 수 있도록 환자의 손에 대한 움직임을 카메라를 통해서 실시간으로 촬영 후에 영상 처리 과정을 통하여 움직임과 형태를 감지하고 자신의

*종신회원, 을지대학교 의료산업학부

**준회원, 을지대학교 의료산업학부

***종신회원, 을지대학교 의료산업학부(교신저자)

접수일자 : 2010.11.19, 수정완료일자 : 2010.12.12

게재확정일자 2010.12.15

움직임에 따른 재활방식(형태인지, 가위/바위/보)을 실시간으로 확인함으로써 단순 반복적인 재활치료가 아닌 자신의 움직임과 형태 변환에 따른 대처를 통한 인지재활 치료의 효과를 극대화 하는데 기여 하는 시스템을 제안 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 모션 인식 알고리즘과 재활 치료의 한 분야인 인지기능에 대한 관련 연구에 대해서, 3장에서는 이미지 분석 플랫폼(Open Eye)의 설계 및 구현, 4장에서는 제안한 시스템의 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 관련 연구

1. 모션 인식

컴퓨터 비전이란 카메라 또는 캠코더로부터 입력된 영상의 데이터를 이용하여 상황을 판단하거나 다르게 표현 할 수 있는 방법으로 그 기술 중에 OpenCV란 Intel에서 개발한 영상처리 라이브러리모음 Open Source Project로 진행하면서 기본적인 비전기반 구조를 위한 소스코드 공개를 통하여 비전 연구의 대표적인 응용프로그램이다.

이에 따라서 손동작 인식 방법으로 장비 없이 주어진 영상 안에서 Cam Shift Algorithm을 통해서 손 영역과 동작을 검출한다.^{[2][6]}

2. CAMshift 알고리즘

Color Segment 방식의 MeanShift 알고리즘 Streaming(효과,추적) 환경에서 사용하기 위해 개선한 것으로 색상을 기반으로 객체를 고속으로 추적 할 수 있다. 하지만 조도변화, 잡음이 많은 배경에서는 성능이 저하되는 문제점을 내포하고 있다.^{[3][5]}

검출된 객체의 영역의 Hue 값의 분포를 이용하여 변화될 위치를 예측하고 탐지한 후 중심을 찾아 객체를 추적하게 된다.

3. 인지 재활 치료

인지장애의 악화를 지연시킬 수 있는 재활치료 방법들이 많이 있다. 시공간 지각 기능 훈련 프로그램은 치매의 주 증상인 기억력 감퇴를 호전시키기 위한 인지치료의 한 방법이다. 따라서 치매로 인한 기억력 장애가 있는

사람도 기억을 위한 인지전략들을 적절하게 이용할 경우 기억력을 호전시킬 수 있는 것으로 밝혀져 있다. 특히 경도의 치매나 치매의 전 단계라 할 수 있는 경증 인지장애를 가진 환자들은 이 과정을 통하여 치매의 발병과 경과를 지연시킬 수 있다. 이러한 재활훈련의 근간이 되는 것은 이미 구미에서 활발히 연구되고 밝혀진 바 있는 '노인의 뇌에도 가소성, 즉 기능 회복 능력이 있다'는 사실에 근거하는 것이다.^[4]

III. 이미지 분석 시스템(Open Eye) 설계 및 구현

1. 시스템 설계

본 논문에서의 시스템은 인지 재활 치료 및 훈련을 위한 이미지 분석 시스템의 플랫폼(Open Eye)안에서 환자의 손 이미지를 기본으로 인식한다. 이를 통하여서 사물에 대해서 인지 재활을 위한 연습과 반복을 진행한다. 사용자의 인지능력 회복 및 치료를 위하여 노인들은 치매를 사전에 예방하고 뇌졸중 환자에게는 인지 재활의 효과가 나타날 수 있도록 한다. 시스템의 전반적인 구조는 그림 1과 같다.

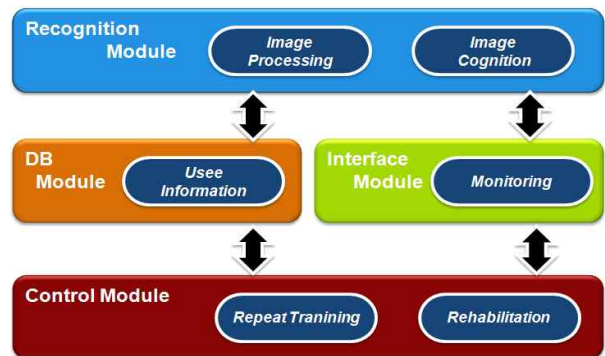


그림 1. Open Eye 시스템 구조
Fig. 1. System structure of Open Eye

가. 인터페이스 모듈(Interface Module)

인터페이스 모듈은 사용자 등록을 통해 사용자의 신상 정보를 관리하며, 재활 방식에 따른 두 가지 모드 중 사용자의 선택에 따라 모드를 설정할 수 있다. 설정된 모드는 제어 모듈에 전달하여 사용자의 재활 상태와 결과 분석을 확인할 수 있다. 사용자 손의 형태와 움직임에 따라 실시간 디스플레이가 가능하며, 시스템의 전반적인

기능을 선택, 제어하는 모듈이다.

나. 영상 인식 모듈(Image Detection Module)

2D 영상 확률분포에 대한 좌표에서의 분포 확률 값을 나타낼 때 다음과 같은 CAMShift 알고리즘을 사용한다.

- (1) 초기에 탐색 창(Search Window)의 크기를 정하고, 탐색창을 초기 중심점(Mean Location)의 중앙에 오도록 위치시킨다.
- (2) 새로운 중심점(Mean Location)은 다음의 알고리즘으로 구해진다. 즉, 먼저 0차 Moment를 구한다. 또, x와 y에 대한 1차 Moment를 각각 구하고, 새로운 탐색창의 중심점(Mean Location) 좌표도 구한다.
- (3) 새로운 탐색 창에 대하여 위의 과정을 MeanShift 알고리즘이 수렴할 때까지 반복한다.

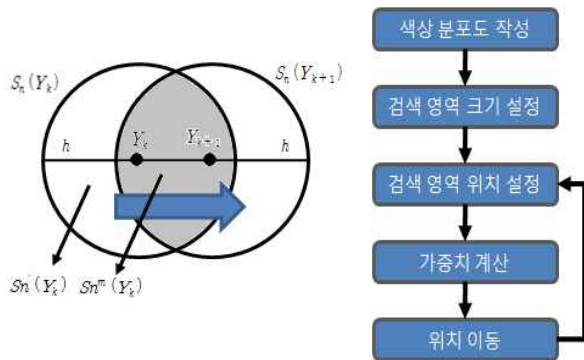


그림 2. CAMshift 알고리즘
Fig. 2. CAMshift Algorithm

① 영상 획득(Image Capture)

영상 획득 부분에서는 카메라 장치 획득 및 선택이 이루어진 후에 카메라 장치를 통해서 사용자의 움직임에 대한 영상들을 획득하는 부분이다.

② 영상 처리(Image Processing)

획득한 영상 안에서 RGB영역 기반의 스킨 컬러값 또는 YCBCR, HSV 영역에서의 스킨 컬러값을 기반으로 영상 안에서 피부색 부분을 찾음으로써 영상 안에서 그림 3과 같이 손 영역을 추출한다. 그림 4와 같은 NoiseReduction() 함수 방식으로 픽셀을 검사하면서 노이즈를 제거해 준다. 3차원 이미지에 파란색으로 구분된

영역(피부색)을 1차원 흰색의 영상으로 변환을 하고 영상 보정을 위하여 팽창과 침식연산을 수행한다.



그림 3. 영역 추출
Fig. 3. Range trace

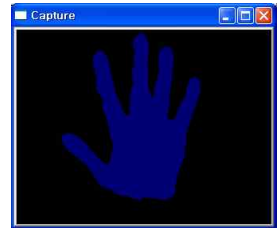


그림 4. 노이즈제거
Fig. 4. Noise remove

또한 손의 모양을 원활화하기 위해서 DeleteEdge() 함수를 통해 소벨 에지처리를 해준다. 그림 5와 그림 6은 손 영역으로 추출된 부분에서 손 중심과 검지 손가락을 찾고 손 중심과 검지 손가락 부분의 평균값을 이용하여 떨림 보정 하게 된다.



그림 5. 영상보정
Fig. 5. Image Revision

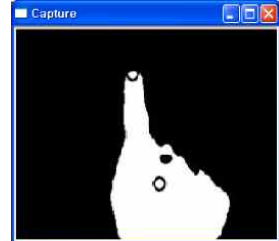
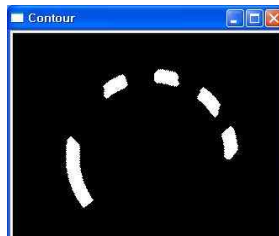


그림 6. 중심점 추출
Fig. 6. Center Trace

최종적으로 손가락의 개수 추출을 위해 SeparateFinger() 함수를 이용하여 중심으로 일정거리(Distance)부터 임의로 정한 거리(마커)만큼 영상 안에서의 흰색(실제로는 살색) 부분들을 검출하고, 이에 따라 손가락의 끝을 찾아서 손가락의 개수를 카운트 한 후에 그림 7에서 CAMShift 알고리즘을 기반으로 손의 움직임을 검출한 후에 제어 모듈로 전송한다.



그림 7. 마커를 통한 손가락 개수 카운트
Fig. 7. Finger count by Marker



다. 제어 모듈(Control Module)

영상 처리 과정을 통해서 손 영역으로 추출된 부분에서 사용자의 움직임에 따라 재활 훈련을 제어한다. 동시에 데이터베이스 모듈과 인터페이스 모듈로 정보를 전송하여 사용자의 신상 관리 정보를 저장, 관리하고 실시간으로 사용자의 움직임을 확인한다.

인지훈련은 손상된 인지기능의 회복을 위한 치료와 정상적으로 남아 있는 기능을 이용하여 기능장애를 보상하고 대치시켜 주는 두 가지 방향으로 진행된다.

- ① 기억력훈련은 사물 인지를 통한 연습과 반복 또는 잘못된 사항들에 대해서 착오를 제거하는 학습과 같은 다양한 방법을 사용하여 실시한다.
- ② 공간 지각기능 훈련 실생활에서 지각 기능 훈련 도구를 이용한 지각 훈련이 있다.

라. 데이터베이스 모듈(Database Module)

제어 모듈과 인터페이스 모듈로부터 전송 받은 사용자의 재활 훈련에 결과를 분석하여 사용자의 인지 재활의 레벨을 선정한다. 레벨을 기준으로 다음 재활 훈련 시에 적절한 패턴을 제시함으로써 인지 재활의 효율성을 높일 수 있다. 또한 기본적인 신상 정보와 함께 관리하여 사용자의 재활 치료의 전반적인 과정을 효과적으로 관리할 수 있도록 한다.

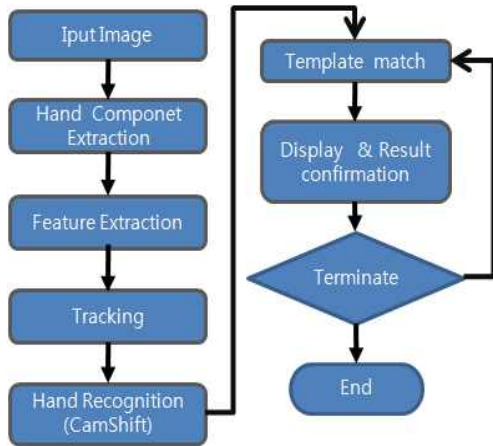


그림 8. 시스템 흐름도
Fig. 8. System Flow

2. 시스템 구현

Windows 7환경에서 OpenCV 1.0를 통해 C++언어로 구현하였다. 사용자의 손가락 인식단계에서는 손가락 요

소 추출과 움직임 인식을 위하여 CAMShift알고리즘과 Cvcam 라이브러리를 융합하여 영상내에서 손가락의 개수를 추출한 후 제어 모듈과 데이터베이스 모듈을 통하여 사용자의 상태에 따라 인지 재활치료를 제공한다.

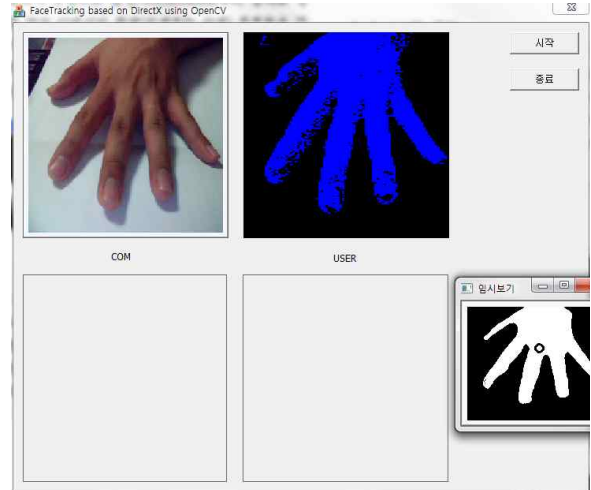


그림 9. Open Eye를 통한 손 영역 검출 과정
Fig. 9. Hand range trace by Open Eye

원편상단의 영상은 카메라로 촬영되는 사용자의 손의 모양이고, 오른쪽상단의 영상은 영상처리 과정을 통하여 손의 영역을 추출하는 영상이다. 사용자의 손의 모습과 처리 과정을 통하여 검출 된 모습을 확인할 수 있는 폼이다.

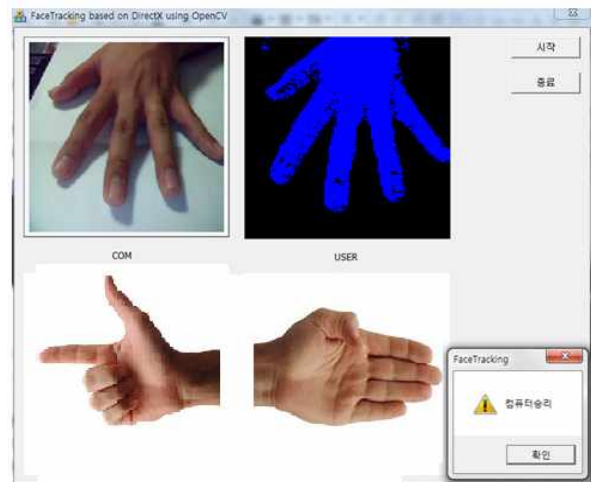


그림 10. Open Eye에서 재활방식 적용
Fig. 10. Rehabilitation in Open Eye

플랫폼을 통하여 사용자의 손의 모양에 따른 추출 결과를 통하여 사용자가 제시하는 모양과 컴퓨터가 임의적

으로 제시하는 모양과 비교를 통하여서 결과를 제시해주는 방식이다.

이처럼 본 플랫폼은 영상을 통하여서 사용자 손의 영역 안에서 손가락의 개수에 의해 2개는 가위, 바위는 0개, 보는 5개의 개수 등으로 자신의 제시한 가위/바위/보를 인지 한 후에 PC에서 임의적으로 제시한 가위/바위/보와 비교하여 이에 따른 결과를 보여준다.

IV. 성능 평가

본 시스템은 획득한 영상을 통하여 RGB영역의 기반으로 하여 손의 영역을 추출하고, 추출된 손의 영역에 임의의 거리에 따라 마커 영역(M)에 따라서 손가락의 개수를 카운팅하고, 각 경우에 해당하는 결과를 기반으로 체험용 게임이 진행되도록 설계하였다. 이를 통해서 인지 재활시 흥미를 유도하고 운동성을 부여할 수 있도록 하였다. 다만 시스템을 구성하고 있는 장비들의 사양을 일반적인 가정용 환경으로 실험을 하였기 때문에 정확한 인식을 보다는 인식 가능한지 여부에 중점을 두었다.

표 1. 마커 영역(M=1)기반 이미지 인식율
Table 1. Image cognition based Marker range(M=1)

| 구 분 | M = 1 | 인식률 |
|-----------|--------|-----|
| 바위(개수=0) | 100/83 | 82% |
| 보(개수 =5) | 100/90 | 90% |
| 가위(개수 =2) | 100/75 | 76% |

표 1과 같이 마커 영역(M =1)에 대한 손가락 카운팅에 인식률을 나타내고 있다. 본 시스템에서는 고화질의 이미지를 통한 손가락의 개수를 카운팅 하는 것을 목적으로 한 것이 아니라, 표준적인 영상에서 손가락의 개수를 확인하는 즉, 행위 확인용으로써 사용하여 인지 재활용 게임을 통하여 반복적인 인지 재활 훈련을 함으로써 재활의 효율성을 목적으로 하고 있다.

V. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 CAMShift 알고리즘을 기반으로 손의 움직임 인식과 Cvcam 라이브러리 융합을 통하여 손 영

역을 검출하여 손가락의 개수를 카운팅하여 이미지의 분류기준으로 하였고, 이를 인지 재활 훈련에 접목하도록 시스템을 구성하였다. 특히 인지 재활시 흥미를 유도하고 운동성을 부여할 수 있도록 체험용 게임 기능을 부여하여 사용자가 직접 참여하는 능동적인 인지 재활 방식으로 인해서 치매 예방과 뇌졸중 환자에게 있어 인지 재활을 간편하게 할 수 있도록 제안하였다. 다만 CAMShift 알고리즘만을 사용하여서 배경이나 조명의 변화 등에 외부적인 환경 요인과 검출 범위 내에 정확히 들어오지 못하는 경우의 다른 인식률 문제와 손의 동작인 제한되어서 올바르게 못 한 손 모양에 따른 인식률과 정확성에 저하 부분이 나타났다.

추후 연구 과제로는 인식율을 높이기 위한 장비의 사양 및 제한 조건들이 추가 되어야 할 것이며, 손 영역만으로 인식하여서 진행되는 인지 재활 방식을 넘어서 다중 카메라를 촬영을 통하여서 사용자의 팔 전체 또는 몸 동작의 움직임을 검출함으로써 별도의 컨트롤 장치가 없더라도 자신의 움직임을 확인 하면서 재활할 수 있는 방식의 재활 시스템이 설계되어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] Korean J Rehabil Nurs Vol.11 No.2, 90-98, December, 치매 환자 인지기능 검사의 임상적 유용성 비교 .2008.
- [2] <http://deadwi.jaram.org/wiki>
- [3] CAMShift를 이용한 PTZ 카메라_추적. 한국통신학회논문지'10-03 Vol. 35 No. 3, 2010.
- [4] 치매노인의 인지기능 및 전도관련체력에 대한 시설 운동프로그램의 효과. 한국 생활 환경 학회 지제 17 권 제 1 호 2010.
- [5] 정성환, 이문호 “오픈소스 OpenCV를 이용한 컴퓨터 비전 실무 프로그래밍”, 홍릉과학출판사, 2008.
- [6] 권영만, 외2 “적분영상을 이용한 고속 비디오 안정화 기법” 한국인터넷방송통신학회 논문지, 제10권 제5호 13-20.

※ 본 연구는 지식경제부“지역혁신센터사업중 바이오-메디테크 산업화”지원을 받아 수행된 연구임.
(2010-02-10)

저자 소개

임 명 재(중신회원)



- 1998년 중앙대학교 공학박사
- 1992 ~ 현재 : 을지대학교
의료산업학부 교수

<관심분야: SE 개발방법, HCI, U-Healthcare 등>

정 희 용(준회원)



- 2010 현재 : 을지대학교 재학중

<주관심분야 : u-Healthcare, 유비쿼터스, 데이터베이스 USN 등>

권 영 만(중신회원)



- 1985년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전
자공학과 석사
- 1998년 8월: 한국과학기술원 정보 및 통
신공학과 박사수료
- 2007년 2월: 광운대학교 전자공학과 박
사
- 1993년 3월 ~ : 을지대학교 의료산업학
부 교수

부 교수

<관심분야: 영상처리, 머신비전, 운영체제 등>