

컴퓨터 비전을 이용한 이미지 기반 아이 키 측정 애플리케이션 개발

윤다영* · 문미경**

Development of Kid Height Measurement Application based on Image using Computer Vision

Da-Yeong Yun* · Mi-Kyeong Moon**

요약

성장 장애 중 저신장증은 빠른 진단과 치료를 통해 호전시킬 수 있는데 이를 위해서는 저신장증의 조기발견이 중요하다. 저신장증 조기발견 및 아이의 성장 과정 확인을 위해 꾸준히 키를 측정하는 것이 권장되지만 기존의 키 측정방법들에는 시간적·공간적 한계와 비용 발생, 기록유지의 어려움 등의 문제들이 존재한다. 그래서 본 논문에서는 사람들의 접근성이 높은 매체인 스마트폰을 이용하는 ‘컴퓨터 비전을 이용한 이미지 기반 아이 키 측정 애플리케이션 개발’ 방법을 제안하였다. 스마트폰의 카메라를 통해 촬영된 이미지에서 컴퓨터 비전 라이브러리인 OpenCV의 알고리즘들을 이용하여 아이의 키를 측정하고, 그렇게 측정된 키는 성별·나이별 표준 신장과의 비교 그래프, 날짜별 리스트를 통해 화면에 출력함으로써 아이의 성장 과정 확인이 가능하도록 하였다. 이 제안된 방법을 통해 시간적·공간적 제약 및 비용 발생 없이 언제 어디서든 키를 측정할 수 있을 것이라 기대되고, 꾸준한 키 측정과 성장 과정 확인을 통한 저신장증 및 성장 장애의 조기발견에 도움이 될 것이라 기대된다.

ABSTRACT

Among growth disorders, ‘Short Stature’ can be improved through rapid diagnosis and treatment, and for that, it is important to detect early ‘Short Stature’. It is recommended to measure the height steadily for early detection of ‘Short Stature’ and checking the kid’s growth process, but existing height measurement methods have problems such as time and space limitations, cost occurrence, and difficulty in keeping records. So in this paper, we proposed an ‘Development of Kid Height Measurement Application based on Image using computer vision’ method using smart phones, a medium that is highly accessible to people. In images taken through a smartphone camera, the kid’s height is measured using algorithms from OpenCV, a computer vision library, and the measured heights were printed on the screen through ‘a comparison graph with the standard height by gender and age’ and ‘list by date’, made possible to check the kid’s growth process. It is expected to measure height anytime, anywhere without time and space limitations and costs through this proposed method, and it is expected to help early detection of ‘Short Stature’ and other disorder through steady height measurement and confirmation of growth process.

키워드

Kid, Height, Measurement, Application, Image, Computer Vision, OpenCV
아이, 키, 측정, 애플리케이션, 이미지, 컴퓨터 비전, OpenCV

* 동서대학교 학부연구원 (ydiosa98@gmail.com)

** 교신저자 : 동서대학교 소프트웨어융합대학

• 접수일 : 2020. 11. 12

• 수정완료일 : 2020. 12. 30

• 게재확정일 : 2021. 02. 17

• Received : Nov. 12, 2020, Revised : Dec. 30, 2020, Accepted : Feb. 17, 2021

• Corresponding Author : Mi-Kyeong Moon

College of Software Convergence, Dongseo University,

Email : mkmoon@dongseo.ac.kr

I. 서 론

과거와 달리 현재는 의학기술의 발달에 따라 여러 호르몬 검사, 골연령 검사, 염색체, 유전자 검사 등을 통해 저신장 같은 성장 장애 질환의 원인 파악 및 치료가 가능해졌다. 저신장이란 또래에 비하여 신장의 발육이 지연되어 같은 성별을 가진 같은 연령 소아의 키 정규분포 상에서 키가 3% (100명 중 3번째 이내) 미만인 경우를 의미한다[1]. 저신장은 소아 내분비 전문의와의 빠른 치료를 통해 호전시킬 수 있는데 그러기 위해서는 성장 중인 아이의 저신장증 조기발견이 중요하다. 순천향대 부천병원 소아청소년과에서는 정상적인 성장 측정을 위해서는 1년 전 아이의 키와 비교, 또래 아이들의 평균 키와의 비교를 통해 성장 평가를 해야 하고 단 한 번의 측정이 아닌 3~6개월 간격으로 2~3회 이상 키를 측정하여 아이의 성장패턴과 문제점 유무를 확인해야 한다고 말한다[2]. 즉 저신장증 조기발견 및 치료를 위해서는 꾸준히 아이의 키를 측정하는 것이 필요하다는 것이다.

기존에 키를 측정하는 방법은 여러 가지가 있다. 그 중에서 사람들에게 가장 잘 알려진 방법은 벽에 아이를 대고 직접 선을 그어 측정하는 방법과 신체를 측정하는 전문기구를 이용하는 방법이 있다. 아이를 벽에 대고 측정하는 방법은 지정된 벽에서 측정해야 한다는 공간적 한계가 존재하고 기록을 오래 유지하기 어렵다는 문제점을 가지고 있다. 그리고 신체 측정 전문기구로 측정하는 방법은 전문기구의 높은 가격대로 인해 가정에서 쉽게 구하기 어려울 뿐만 아니라, 전문기구가 있는 기관에 가서 측정하기 위해서는 번거롭게 매번 시간을 내야하기 때문에 자주 측정을 하기 힘들다는 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 비용 발생이나 기록유지 및 공간적 한계의 문제점을 해결하고 더 접근성이 높은 키 측정을 위해 현재 사람들이 많이 이용하고 있는 매체 중 하나인 스마트폰을 이용한 방법을 제안한다. 스마트폰으로 촬영된 이미지에서 컴퓨터 비전 객체 검출(Object detection) 기술을 통해 아이와 실제 길이를 알고 있는 기준이 되는 물체를 검출하고, 검출된 사람과 기준이 되는 물체의 화소 비율과 기준이 되는 물체의 실제 길이를 비교하여 키를 측정하는 방법을 제안한다. 이는 스마트폰을 활용하여 아이의 키를 쉽게

자주 측정할 수 있게 해 줌으로써 아이가 정상 성장 과정을 밟고 있는지 확인하여 저신장증 및 성장 장애의 조기발견 및 올바른 성장 추진에 도움이 될 것으로 기대한다.

II. 관련연구

현재까지 아이 건강상태 측정, 보안, 신원파악 등의 다양한 목적을 위해 이미지나 영상을 기반으로 신체 치수 및 키를 측정하는 프로젝트 개발 선행연구들이 진행되어왔고 이 연구들은 각자 다른 키 측정방법을 제안했다.

캐릭터 인식 성능 향상을 위한 길이 측정 키넥트 적용 [3] 연구와 키넥트를 이용한 실내에서의 키 추정 방법 [4] 연구에서는 사람의 키를 측정하기 위해 키넥트의 깊이 측정 기능과 골격 추적 알고리즘을 이용하여 대상의 신체 위치를 x, y, z 축으로 도출한 후 도출한 데이터에 계산식을 적용하여 키를 측정하는 방법을 제안하였다. 이 연구는 키를 측정하기 위해 키넥트라는 디바이스를 사용해야 한다는 조건이 존재한다.

깊이 영상을 이용한 사람 키 추정 방법 [5] 연구에서도 역시 키넥트의 깊이 측정 기능을 이용하고 있다. 이 연구에서는 배경 깊이 영상을 촬영 후 배경 데이터를 축적하고, 그 이후의 촬영된 깊이 영상과 먼저 측정된 배경 깊이 영상의 깊이 데이터를 비교하여 객체를 도출한 다음 도출된 객체의 정수리와 발바닥 x, y, z축을 구하여 키를 측정하는 방법을 제안하였다. 이 연구 역시 키넥트를 이용한다는 점과 객체 도출을 위해 객체가 없을 때의 배경 깊이 영상을 먼저 측정해야하기 때문에 디바이스가 특정 위치에 고정되어 있어야 한다는 조건이 존재한다.

위너 최적화 기법을 이용한 영상 기반 보행자 키 추정[6] 연구와 영상 기반 보행자 키 추정 방법[7] 연구에서는 위치가 고정된 카메라에서 촬영된 객체의 키를 측정하는 방법을 제안한다. 해당 카메라에서 먼저 길이가 알려진 객체를 통해 근거리, 원거리 화소 데이터(각 거리의 객체 화소와 실제 크기를 비교하여 측정된 데이터)를 수집한 다음, 그 이후로 촬영된 객체는 해당 객체의 화소와 수집한 데이터의 화소 비율을 비교하여 해당 객체의 실제 길이를 측정하였다. 이

연구는 카메라가 신규로 설치되거나 설치 환경이 바뀌면 그 환경에서 실제 길이를 아는 객체를 통해 화소별 실제 길이 데이터를 재추정해야 한다.

그 외 영상 및 이미지에서의 사람 및 특정 물체를 검출하기 위해 라즈베리파이와 OpenCV를 이용하여 검출하는 방법[8-9], 신경망 영상 인식을 이용한 검출 방법[10] 등 다양한 연구 방법들이 제안되었다.

이러한 기존의 연구들은 접근성이 낮은 디바이스를 이용하거나 고정된 카메라를 기준으로 화소와 실제 길이를 비교하여 키를 측정하는 방식을 사용하고 있다. 본 논문의 연구에서는 시간적·공간적 한계 없이 언제 어디서든 아이의 키를 측정하고 기록하여 꾸준한 성장 기록을 통한 저신장 조기발견 및 올바른 성장 과정을 추진할 수 있어야 하기에 대부분의 사람들이 가지고 있는 모바일 디바이스(스마트폰)을 이용하여 키를 측정하도록 하였다.

III. 컴퓨터 비전을 이용한 이미지 기반 아이 키 측정 방법

본 논문의 연구에서 제안하는 아이 키 측정 애플리케이션의 시스템 흐름도는 그림 1과 같다. 먼저 애플리케이션의 키 측정 진행 전 ‘성별·나이별 표준 신장

데이터(Standard height data)’를 데이터베이스에 저장하고 실제 길이를 아는 ‘기준이 되는 물체(Object to compare)’의 사진과 실제 길이를 입력받는다. 그런 다음 사용자로부터 아이의 이름, 나이, 성별을 입력받아 아이를 등록하고, 해당 아이의 이미지를 입력받아 이전에 입력받았던 ‘기준이 되는 물체’의 사진 데이터를 통해 입력된 이미지에서 기준 물체를 검출한다. 물체 검출 후 이미지에서 사람을 검출하고, 검출된 물체·사람의 화소 단위 길이와 이전에 입력받았던 물체의 실제 길이를 이용하여 사람의 실제 키를 측정한다. 키 측정이 끝난 후에는 측정된 키 데이터 수치를 비교 그래프와 날짜별 리스트로 표현하여 해당 아이의 성별·나이 표준 신장 데이터와의 차이를 보여준다.

3.1 기준이 되는 물체 검출

키를 측정하기 위해서는 입력된 이미지에서 기준이 되는 물체와 사람을 검출하고 화소 단위의 크기 비율을 구해 저장되어 있던 기준 물체의 실제 크기와 비교하여 검출된 사람의 실제 키를 측정한다.

입력된 이미지에서 기준이 되는 물체를 검출하기 위해 본 논문의 연구에서는 OpenCV의 SURF 알고리즘을 이용한다. 먼저 키 측정 전에 사용자로부터 기준이 되는 물체의 사진과 실제 길이를 입력받아 저장한다. 그런 다음 키 측정을 하기 위해 사용자로부터 사람과 기준이 되는 물체가 포함되어있는 이미지를 입력받으면 Hessian 임계값을 800으로 지정한 SURF 객체를 생성하여 입력된 이미지에서 기준에 저장되어 있던 기준이 되는 물체의 이미지와의 매칭되는 포인트를 구한다. 매칭되는 포인트 중 상위 매칭 포인트들을 통해 특징점(Keypoint)들을 얻어 해당 기준이 되는 물체의 coner의 위치 x, y 값을 추출한다. 추출된 coner의 위치 값을 이용하여 입력된 이미지에 검출된 물체를 표시하고 coner의 y 값 중 다른 2개의 값의 감산을 통해 해당 기준이 되는 물체의 화소 단위 길이를 구한다. 그림 2는 본 논문의 연구에서 사용한 ‘기준이 되는 물체’의 이미지와 검출된 결과 이미지이다. 이 제안된 방법은 길이 비교가 쉽도록 사각형 모양의 기준이 되는 물체를 사용하여 입력된 이미지에서 사각형 형태로 검출한다.

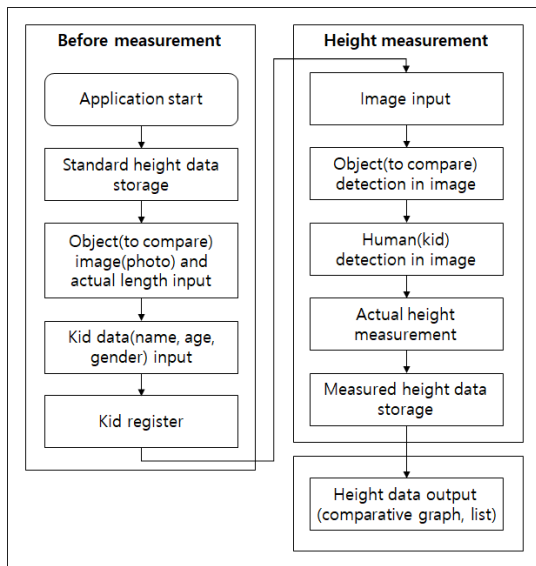


그림 1. 애플리케이션 시스템 흐름도
Fig. 1 Flow-chart of the application system



그림 2. 본 연구에 사용된 기준이 되는 물체와 물체 검출 결과

Fig. 2 Used object(to compare) and the result of object detection

3.2 사람 검출

입력된 이미지에서 사람을 검출하기 위해 본 논문의 연구는 OpenCV의 Haar Cascade 알고리즘을 이용한다. Haar Cascade 알고리즘은 검출하길 원하는 오브젝트가 포함된 이미지와 포함되지 않은 이미지를 사용하여 Haar Cascade Classifier를 학습시키고 그 분류기를 사용하여 오브젝트를 검출한다. 본 연구는 사람의 전신 이미지 검출을 학습한 XML 포맷으로 저장된 분류기 haarcascade_fullbody.xml을 이용하여 이미지에서 사람 전신이 위치한 직사각형 영역을 검출한 후 검출된 데이터의 왼쪽 상반 모서리의 x, y 좌표와 width, height 값을 추출하여 검출된 사람을 입력된 이미지 위에 표시하고 사람 전신의 화소 단위 길이를 구한다. 추가로 본 논문의 연구에서는 간혹 사람의 길이 데이터 정확도가 떨어진 상태로 검출 시 재검출을 진행하기 위해 사람 얼굴 위치 데이터를 기반으로 오차 조건을 지정하여 검출된 사람 데이터가 해당 오차 조건에 포함되면 사람을 재검출하도록 한다. 사람의 얼굴 이미지를 학습한 XML 포맷 분류기인 haarcascade_frontalface_alt2.xml을 이용하여 이미지에서 직사각형 영역으로 검출된 사람 얼굴의 왼쪽 상반 모서리 위치 데이터 x, y 좌표와 height 데이터를 추출하여 아래의 두 조건식 (1), (2)에 적용한다. 그리고 두 조건식 중 하나라도 해당할 경우 사람을 재검출하도록 한다.

$$H_y < F_y - height_f/3 \quad (1)$$

$$H_y > F_y \quad (2)$$

조건식 식 (1), (2)는 사람 검출 시 검출 데이터가 실제 사람과 오차가 발생했을 때의 오차 데이터들을 계산하여 도출한 조건식이다. 여기서 H_y 는 입력된 이미지에서 검출된 사람의 왼쪽 상반 모서리 좌표 y 값, F_y 는 이미지에서 검출된 사람 얼굴의 왼쪽 상반 모서리 좌표 y 값, $height_f$ 는 사람의 얼굴의 height 화소 길이이다.

본 논문의 연구에서는 카메라 촬영으로 인한 키 측정 방법을 제안하기에 카메라 화각에 의해 사람의 발 모양 전체가 카메라에 촬영되어 사람의 기존 길이보다 더 크게 잡히는 문제가 생긴다. 그래서 발뒤꿈치가 위치한 정확한 바닥 위치 측정을 위해 키 측정 사진 촬영 시 기준이 되는 물체를 사람의 발뒤꿈치 옆 바닥에 놓고 촬영해야 한다는 조건을 제시한다. 해당 조건에 만족한 후 사람 검출 시 이전 과정에서 검출된 기준이 되는 물체의 coner의 위치 좌표 x, y 값 중 하위 y 값을 바닥의 위치로 지정하여 사람을 검출함으로써 카메라 화각에 의해 생기는 문제를 해결한다. 그림 3은 본 논문 연구에서 설명한 조건들을 적용하여 도출한 사람 검출 결과 화면이다.



그림 3. 사람 검출 결과

Fig. 3 the results of human detection

3.3 실제 키 측정

검출된 기준이 되는 물체의 화소 단위 길이와 검출된 사람의 화소 단위 길이, 기준이 되는 물체의 실제 길이를 수식 (3)에 적용하여 실제 키를 측정할 수 있다.

$$height = \frac{height_h}{height_o} * actual_o \quad (3)$$

여기서 $height$ 은 실제 키에 해당하고, $height_h$ 는 검출된 사람의 화소 단위 길이, $height_o$ 는 검출된 기준이 되는 물체의 화소 단위 길이, $actual_o$ 는 기준이 되는 물체의 실제 길이이다.

3.4 측정된 실제 키 화면 출력 방법

측정된 실제 키는 Room 라이브러리를 통해 이전에 사용자에게 입력받았던 해당 아이의 기본 정보와 함께 Room 데이터베이스에 저장된다. 그리고 측정된 실제 키를 화면에 출력할 때는 기준에 데이터베이스에 저장되어 있던 성별·나이별 표준 신장 데이터에서 해당 아이의 기본 정보에 포함된 나이와 성별에 맞는 표준 신장을 불러와 측정된 실제 키와의 비교 그래프를 통해 출력한다. 표 1은 기준 데이터베이스에 저장되어 있는 성별·나이별 표준 신장 데이터이다.

표 1. 대한민국 성별·나이별 표준 신장
Table 1. Standard height by gender and age in Korea

Age	Gender	
	Male	Female
1~2	87.1 cm	85.7 cm
2~3	95.4 cm	94.4 cm
3~4	102.5 cm	101.4 cm
4~5	109.1 cm	107.8 cm
5~6	115.4 cm	114.2 cm
6~7	121.6 cm	120.3 cm
7~8	127.4 cm	126.2 cm
8~9	133.0 cm	132.1 cm
9~10	138.4 cm	138.6 cm

10~11	144.2 cm	145.2 cm
11~12	150.8 cm	151.3 cm
12~13	158.1 cm	155.7 cm
13~14	164.5 cm	158.2 cm
14~15	169.0 cm	159.4 cm
15~16	171.3 cm	160.0 cm
16~17	172.6 cm	160.2 cm
17~18	173.5 cm	160.6 cm
18~19	174.5 cm	161.1 cm

표준 신장과 측정된 실제 키와의 비교 그래프뿐만 아니라 가장 최근에 측정된 키나 날짜별 리스트를 통해서도 측정된 실제 키를 화면에 출력한다.

IV. 결과 및 실험 평가

4.1 결과

본 논문의 연구에서는 스마트폰으로 촬영된 이미지에서 컴퓨터 비전 객체 검출(Object detection)을 통해 사람과 기준이 되는 물체를 검출하고, 검출된 사람과 기준이 되는 물체의 화소 길이 비율과 기준이 되는 물체의 실제 길이를 비교하여 사람의 실제 키를 측정하는 애플리케이션을 개발하였다. 그림 4는 애플리케이션에서 사용자로부터 촬영된 이미지를 받아 사람과 기준이 되는 물체를 검출하여 사용자에게 잘 검출되었는지 확인받고, 사용자 확인 후 측정된 키 데이터를 보여주는 화면이다.

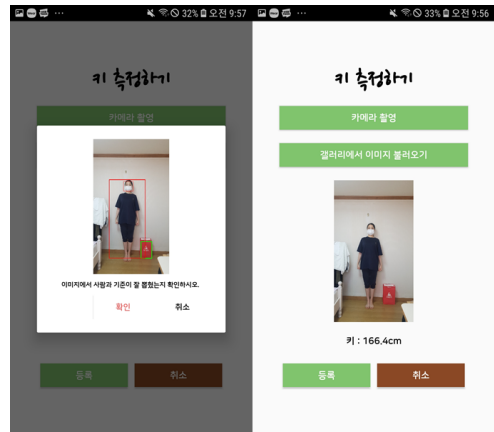


그림 4. 키 측정 결과 화면
Fig. 4 Result screen of height measurement

그림 5는 가장 최근에 측정된 키 데이터, 측정된 키와 표준 신장 데이터를 비교하는 그래프, 날짜별 리스트를 보여주는 출력 결과 화면이다.

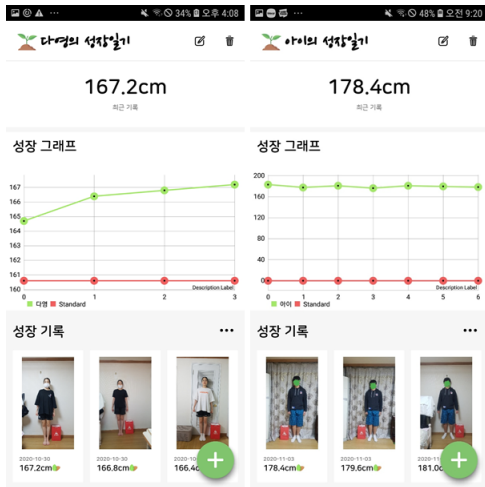


그림 5. 측정된 키 출력 화면(그래프, 리스트)
Fig. 5 Measured height output screen(graph, list)

4.2 실험 평가

키가 성장하는 데이터를 측정하기엔 시간적인 한계가 존재하여 본 논문의 연구는 측정된 데이터의 오차율과 데이터 정확도를 기준으로 평가한다. 본 논문의 연구에서는 스마트폰 Samsung Galaxy S7 기종을 이용하였고, 더 정확한 측정을 위해 사람의 가슴과 배 사이에 카메라의 중점을 둔 상태에서 스마트폰이 바닥과 수직을 이루어야 한다는 조건을 만족하였다.

표 2. 7번의 키 측정 결과

Table 2. The results of 7 height measurements

Object	A	B
Actual Height	179.4 cm	167.0 cm
N	1	180.6 cm
	2	177.9 cm
	3	180.2 cm
	4	178.1 cm
	5	181.0 cm
	6	179.6 cm
	7	178.4 cm

표 3. 측정된 키의 오차 결과

Table 3. The error results of measured height

Object	A	B
Actual Height	179.4 cm	167.0 cm
E	1	+1.2 cm
	2	-1.5 cm
	3	+0.8 cm
	4	-1.3 cm
	5	+1.6 cm
	6	+0.2 cm
	7	-1.0 cm
Error avg	1.09 cm	1.03 cm

표 2는 실제 키가 179.4cm인 A와 167.0cm인 B를 제시한 조건에 만족한 상태로 7번 측정했을 때 측정된 키 데이터의 결과표이고 표 3은 그 데이터와 실제 키의 오차 결과표이다. 해당 결과를 통해 평균 약 1cm의 오차가 발생하는 키 측정 애플리케이션의 개발이 가능하다는 것을 보였다. 키 측정 시 제한 주었던 몇 가지 조건(촬영 시 기준이 되는 물체를 발뒤꿈치 뒤에 두는 것, 사람의 가슴과 배 사이에 카메라의 중점을 둔 상태에서 스마트폰을 바닥과 수직을 이루게 하는 것)을 만족시키면서 몇 개월 또는 몇 년의 지속하는 데이터를 수집하게 되면 다소 오차는 있지

만, 아이가 올바르게 성장하고 있는지에 대한 판단은 할 수 있을 것으로 보인다.

V. 결 론

본 논문에서는 사람들의 접근성이 높은 스마트폰의 카메라를 이용하여 촬영된 이미지에서 사람과 기준이 되는 물체를 검출하여 아이의 실제 키를 측정하는 애플리케이션을 개발하였다. 촬영된 이미지에서 사람·물체를 검출하여 키를 측정하기 위해 본 논문에서는 OpenCV 라이브러리의 SURF 알고리즘과 Haar Cascade 알고리즘을 이용하여 촬영된 이미지에서 사람과 실제 길이를 알고 있는 기준이 되는 물체를 검출하고 검출된 데이터 비교를 통해 실제 키를 측정하는 방법을 제안하였다. 본 논문의 연구를 통해 공간적·시간적 제약 없이 스마트폰을 통해 언제 어디서든 간편하게 아이의 키를 측정하고 측정된 아이의 키와 그 아이의 나이·성별에 맞는 표준 신장과의 비교 그래프를 통해 아이가 정상 성장 과정을 밟고 있는지 확인하여 저신장증 및 성장 장애의 조기발견 및 올바른 성장 추진에 도움이 될 것이라 기대된다.

향후 연구로 사람의 측면 촬영을 통한 사람 검출 기술을 추가하여 카메라 화각으로 인한 오차를 최소화하는 방법에 대해 연구를 하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음(2019-0-01817)

References

- [1] Korean Society of Pediatric Endocrinology, "Causes and Treatment of Short Kidney Disease", URL: http://www.kspendo.or.kr/society/sub01_3.html
- [2] B. Lee, "If it is a preadolescent child, it have to grow at least 5 to 6 cm a year...," *Health Chosun*, Sept. 2017.
- [3] H. W. Lee, C. H. Liu, K. T. Chu, Y. C. Mai, P. C. Hsieh, K. C. Hsu, and H. C. Tseng, "Kinect Who's Coming-Applying Kinect to Human Body Height Measurement to Improve Character Recognition Performance," *Smart Science*, vol. 3, no. 2, 2015, pp. 117-121.
- [4] S. Kim, J. Song, B. Yoon, and J. Park, "Height Estimation using Kinect in the Indoor," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 3, Apr. 2014, pp. 343-350.
- [5] H. Kim, Y. Park, and S. Kwon, "A Method of Estimating the Human Height Using Depth Images," *J. of the Korea Industrial Information Systems Research*, vol. 22, no. 2, Apr. 2017, pp. 53-60.
- [6] S. Jeon, J. Song, J. Park, and B. Yoon, "Video Based Pedestrian Height Estimation Using Winer Optimization," *J. of Korea Multimedia Society*, vol. 19, no. 2, Feb. 2016, pp. 264-270.
- [7] S. Kim, J. Song, B. Yoon, and J. Park, "Height Estimation of pedestrian based on image," *J. of the Korea Institute Of Information and Communication Engineering*, vol. 18, no. 9, Sept. 2014, pp. 1035-1042.
- [8] K. Kim, and H. Wei, "Development of a Face Detection and Recognition System Using a RaspberryPi," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 5, Oct 2017, pp. 859-864.
- [9] M. Shin and W. Lee "A Driver's Condition Warning System using Eye Aspect Ratio," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 2, Apr. 2020, pp. 349-356.
- [10] C. Yoon, "The study of Authorized / Unauthorized Vehicle Recognition System using Image Recognition with Neural Network," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 2, Apr. 2020, pp. 299-306.

저자 소개



윤다영(Da-yeong Yun)

2017 동서대학교 컴퓨터공학부

※ 관심분야 : AI융합, 앱 시스템 개발



문미경(Mi-kyeong Moon)

1990년 이화여자대학교 전자계산학과 졸업(이학사)

1992년 이화여자대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학석사)

2005년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2008년 동서대학교 컴퓨터공학부 교수

※ 관심분야 : 소프트웨어공학, AI융합기술 응용