《研究論文》

Journal of the Human Engineering Society of Korea
Vol. 4 No. 1, June 1985

Apple Ⅱ P.C.를 이용한 Video Image Processing과 인체계측 및 동작분석에의 응용

(Video Image Processing on Apple Ⅱ P.C. and Its Applications to Anthropometry and Motion Analysis)

李 相 道† 鄭 重 喜† 李 根 富††

Abstract

The object of this research is to develop an Interactive Computerized Graphic Program for graphic output of velocity, acceleration and motion range of body-task reference point (e.g., C.O.G., joint location, etc.). Human motions can be reproduced by scanning (rate = 60Hz) the vidicon image, and the results are stored in an Apple II P.C. memory. The results of this study can be extended to simulation and reproduction of human motions for optimal task design.

1. 서 론

현대의 작업 system은 인간과 기계가 상호작용하여 의도하는 목적을 달성하는 man-machine system을 지향하고 있다. 따라서 이 m-m system은 양적으로 많은 연구 대상이 되고 있으며 이들 system 종류도 인체측을 기준으로 하거나 또는 기계적인 측면을 근본으로 그 효율을 추구하고 있고 또한 인간공학을 통하여 인체와 기계간의 과제를 전문적으로 연구하고 있다.

본 연구에서는 m-m system 중 인체를 그 주요 연구대상으로 하였다. 이는 인체의 동작이 200여개의 골격들과 800여개에 달하는 근육으로 구성되어 있어 [1] 그 자유도가 매우 크기 때문이다. 동작을 측정 분석하는 방법은 인체에 goniometer나 accelerometer 등을 직접 장착하여 기록하는 것과 동작을 화상 등으로 기록하는 방법등이 개발 연구되어지고 있다. 최근에는 측정자료를 computer에 입력시킨 후 man-computer communication이 처리 과정에서 어루어지도록 batch system의 문제를 on-line으로 보완하고 있으며 또한 처리 결과를 graphics technique으로 출력하는 방법을 모색하고 있다. 이러한 시점에서 인체동작의 전산화된 분석방법은 인간공학 및 작업관리에의 응용에 매우 중요한 의미를 부여하는 과제라 할 수 있다.

본 연구에서는 간접동작분석 방법의 하나인 T.V.

† 동아대학교 산업공학과
†† 경주대학교 이공대학 공업과

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

camera와 Apple ⅡP.C.를 이용한 image processing 기법으로 인체 동작을 화상 처리에 의한 해석 방안을 제시하여 종래의 기법상의 문제점을 보완하고 m-m system 설계에 이용자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 관계 이론

computer hardware 부문은 반도체 공업등의 발달로 급속한 발전을 보이고 있으나 data 입력 부문은 기계적 작업으로 처리 속도가 지연되어 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중 한 분야가 image processing이다. 이는 1차원 물체를 직접 인식하는 인공눈(目)과 입력된 화면을 computer process에 적합한 digitzed image로 변환시키는 system을 뜻한다. 이는 pattern recognition의 기본으로 현상을 화상으로 부여해서 이에 대한 analog 신호를 digital 형태로 변환후 computer 입력을 용이하게 하는 processing을 뜻한다. [2]

가. Vidicon Signal

T.V. camera는 vidicon을 사용하여 광 신호를 전기적 신호로 변환시켜 주는 unit로서 real time data를 구할 수 있다. vidicon의 주사 방식은 그림 1과 같은 jump 주사 방식이다.

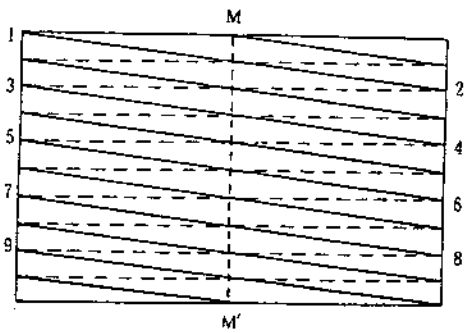


그림 1. Vidicon Jump 방식

vidicon은 30 f·p·s로 화면을 주사하나 flicker 현상을 제거하고자 일반적으로 한 화면을 2회에 나누어 주사하는 jump 주사 방식을 사용한다. 즉 하나의 화면에 대해 1회는 홀수 2회는 짝수의 주사를 하고 1회의 수직 주사로 1면의 화면을 구성하므로 매초 60 f·p·c로 화면을 송상하게 되어 field rate 60 Hz는 수직 주사 주기 1/60 = 16.66 msec이며, 1 field에서 262.5개의 수평주사 주파수는 262.5×60 = 15750 Hz이므로 수평주사 주기는 1/15750 = 63.5μ sec가 된다. 그림 2는 이에 관한 영상 합성 신호를 표현한다.

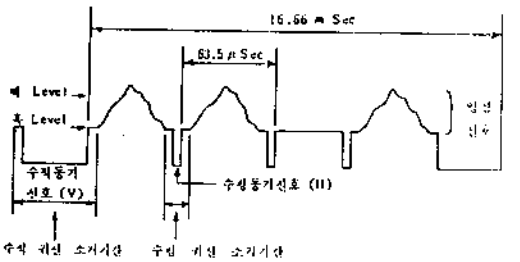


그림 2. 흑백 TV 신호

나. Sampling 방법

입력 화상을 표현하기 위해 화상을 X×Y 배열의 형태로 나타내면, X, Y의 각 배열의 원소는 Pixel이 된다. 이 경우 sampling 수 X와 Y는 그의 정수 멱급으로 표현하면 $X=2^m$, $Y=2^m$되어 격납되는 화상의 Bit수는 $B=X\times Y\times m$이 된다. 화상의 해상도는 B의 값에 좌우되며 B가 클수록 원화상에 근사한다.

본 연구에서는 sampling 방법으로 T.V. camera의 주사 경로를 그대로 sampling하는 방안을 채택하여 Apple Ⅱ P.C.의 Graphic 영역, 갖고 있는 지정된 번지만큼 jump하여 주사하도록 하였다. 수평으로 280개의 dot와 수직으로 192개의 주사선을 선택할 경우의 sampling 주파수는 Apple Ⅱ computer의 master 주파수 발생기에서 출력되는 14.38m Hz를 D-flip flop에 의해 1/2로 분주된 7.159 MHz를 main clock pulse로 사용하였다.

다. 화면 표시

Apple Ⅱ P·C는 high resolution graphic으로 2000~3FFF까지의 1 page address와 4000~5FFF까지의 2 page address 영역을 가지는 화면으로 구성된다. 화면 표시에 있어 display 상의 각 dot는

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

Picture buffer의 8K byte의 memory 영역의 1 bit에 해당한다. [3]

각 byte의 8개 bit중 7개(data bit)가 전송 display되며 1개 bit는 dot에 대한 색신호를 지정한다. 즉, 수평으로 280개의 dot를 192회 반복하여 1화면을 구성한다. monitor의 경우 CRT display가 1 gray level이므로 "0"인 경우 흑색, "1"인 경우 백색으로 표현된다.

라. system 구성

본 연구에서는 man-computer communication이 고속으로 이루어지도록 그림 3과 같이 system을 구성하였다.

본 system은 동기분리 A/D 변환회로, control part memory part 및 i/o interface로 구성하였다.

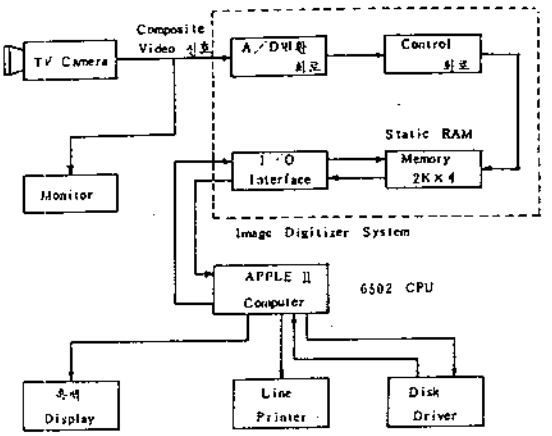


그림 3. Vidicon Image Processing system Block Diagram.

3. 인체 및 동작의 측정과 data 처리

인체를 측정하는 방법은 일반적으로 a) 직접법, b) 간접법으로 대별된다. 직접법은 인체 측정 기구 등으로 인체를 직접 측정하는 방법이며 간접법은 cinema camera 또는 T.V.camera 등을 사용하여 화상으로 기록한 후 그 화상에서 좌표등의 필요한 data를 취하여 처리하는 기법을 뜻한다. [4]

본 연구에서는 아래와 같이 화상정보 처리 기법을 사용한 간접법을 택하였다.

① 피험자를 reference board에 자세를 취하게 한
② 최초의 화상을 투영한다.
③ 입력된 점의 좌표로 graphic display에 표현한다.
④ 표현된 화상의 error 유무를 점검한다.
⑤ graphic program에 의한 신체 각부의 계측을 행한다.
⑥ 다수인 계측을 행하는 경우 평균치, 분산, 표준편차를 구한다.
⑦ 처리된 data를 file에 수록한다.

가. 인체에 관한 수리적 model 및 data를 구하는 방정식

현재까지는 신체 각부의 길이 및 중량에 관한 정보를 얻기 위해 직접법을 사용하여 왔지만 신체 각부를 어떤 정당한 model로 치환하여 수리적으로 표현할 필요가 있다. 이를 위해 인체의 좌우대칭인 점을 고려 인체의 측면을 2차원 형태로 표현하면 그림 4와 같다. 또한 신체 각부의 요소를 등가인 원주라 생각하고 전절에서 구한 치수를 이용하여 그림 5와 같이 diameter 및 volume을 구할 수 있다. [5]

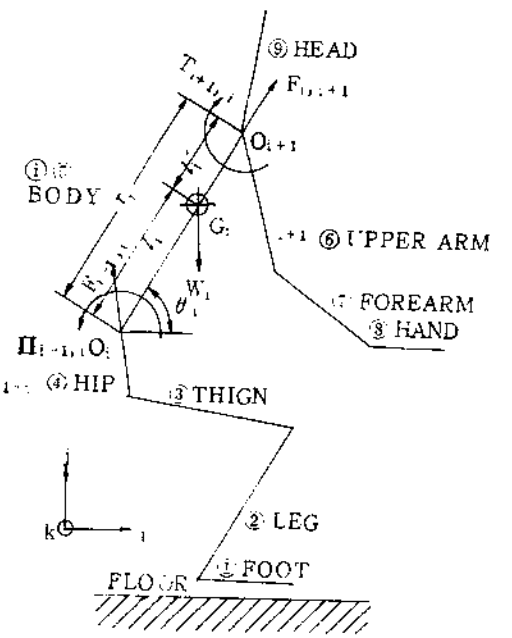


그림 4. 2차원 인체수리 model

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

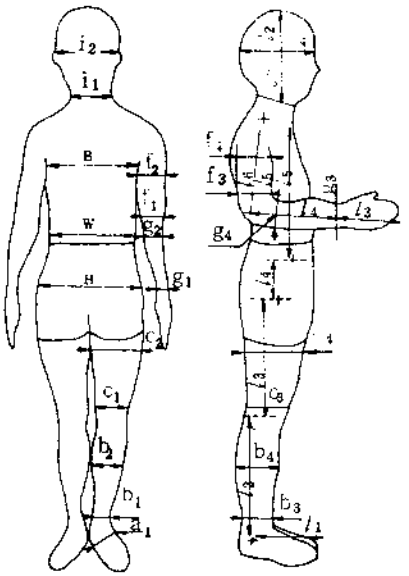


그림 5. 신체 각부에 등가인 model

① Equivalent Diameter

$a = a_1$

$x = \dfrac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{4}$ where $x = b, c, f, g, i$

$d = H / \pi$

$e = \dfrac{B + W}{2} \cdot \dfrac{1}{\pi}$

$h = \dfrac{g_1 + g_2}{2}$

② Volume

$m_i = \dfrac{\pi}{4} D_i^2 \cdot li \cdot 2$

$m_j = \dfrac{\pi}{4} D_i^2 \cdot li$

where $i = 1,2,3,6,7,8$

$j = 4,5,9$

$D = a \sim i$

나. 실험 및 고찰

전절에서 논한 간접법에 의한 인체측정 결과는 그림 6과 같다.

그림 6.

그림 6의 사진들은 인체 주요 측정 요소로 display 상의 좌표는 아래와 같다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

① 신장
頭頂點 (131,4), 踵點(131,153)
② 坐高
頭頂點(100,42), 아래턱측정점 (100,65)
Heap (115,22), 脛骨點(153,121)
重點(179,152), 蜂點(90,76)
③ 頭部
頭頂點(131,18), 아래턱측정점 (131,130)
④ 手部
基突點(143,27), 指先點(131,130)
⑤ 足部
踵點(102,146), 足先點(202,25)

가. 동작 분석을 위해 화상 분석 부위

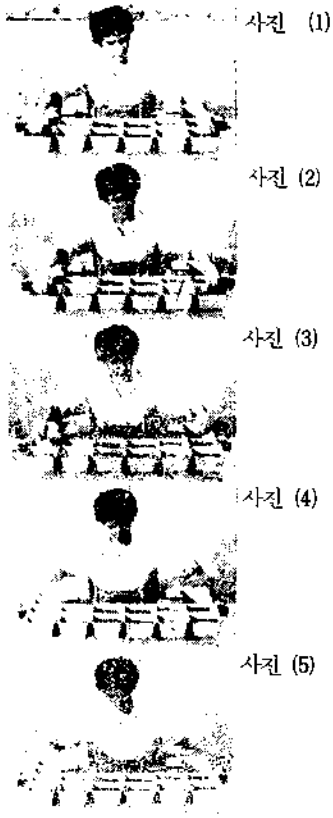
본 연구에서는 손의 단순조립 동작을 분석하기 위해 이를 잘 표현할 수 있는 8개 부위를 선정하고 화상처리를 한후 display상의 특성 부위를 graphic program에 의해 좌표계로 측정하였다. 이들 측정 부위는 표 1과 같이 설정하였다.

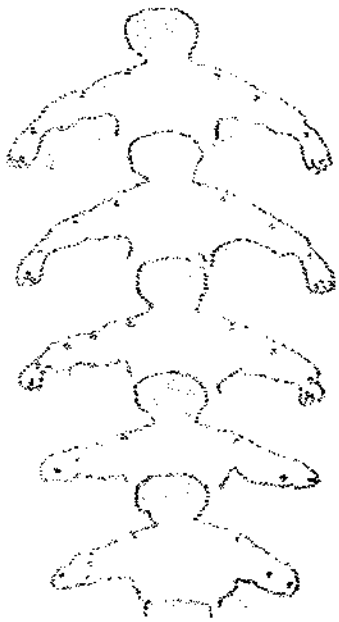
순서	기호	관 절 명 칭
1	R H	우측 중지의 proximalend
2	R W	우측 손목 관절
3	R E	우측 팔굽치 관절
4	R S	우측 어깨 관절
5	L S	좌측 어깨 관절
6	L E	좌측 팔굽치 관절
7	L W	좌측 손목 관절
8	L H	좌측중지의 proximalend

표 1. 주요 측정 부위

나. 실험 및 고찰

피험자의 손에 의한 조립동작 5 frame을 (그림 7 참조) 화상처리하여 그림 8과 같이 표현하고 이를 이용하여 주요 stick picture로 재생한 것이 그림 9이다. 그림 10는 한 화면에 5동작을 겹쳐 재생한 것으로 display상에서도 움직이는 동작으로 재생됨으로 동작의 순서, 방향, 각, 속도 등을 분석 가능하게 하였다. 그림 11은 횡축에 시간(sec)을 표시한 stick picture이다.





Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

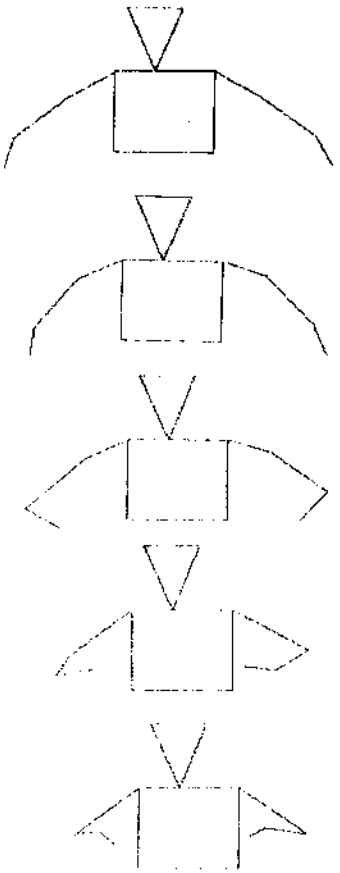


그림 10. 한 화면의 5동작

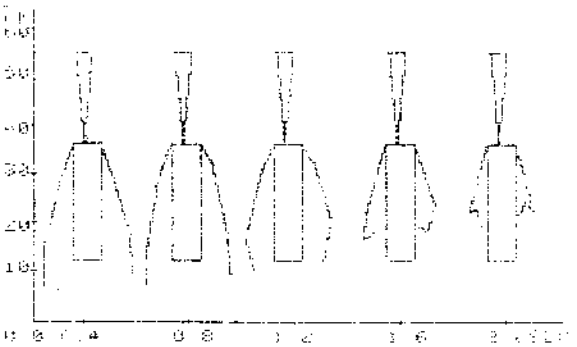


그림 11. Time분석용 stick picture

4. 결 론

인체 동작 분석은 인간 공학이나 작업연구 등을 위한 기본적인 data를 제공함으로써 인체응용 분야에 중요한 위치를 점하고 있으나 아직 미해명된 문제는 많이 존재한다.

본 연구는 이를 다소라도 해결하고자 vidicon Image processing 기법으로 동작을 분석하였다.

상기한 연구에 의해 신체 부위를 측정할 수 있었고 동작에 따른 신체부위 변화를 파악할 수 있었으며 동작 경로를 재생할 수 있으므로 적용의 간편성을 기할 수 있었다.

이상에서와 같은 기법과 computer graphic technique를 분석에 이용하면 높은 효율을 기대하리라 사료된다.

앞으로의 연구과제는 보다 나은 해석 data를 구하기 위해 힘과 torque 등을 보다 간편하게 분석할 수 있는 3차원적 분석 기법을 연구하는 것이다.

참 고 문 헌

1. Ernest J. McCormick.; *Human Factors in Engineering and Design*, McGrow-Hill 1976, pp. 162~170.
2. 李周信, 宋宇永 : 화상 추적에 관한 연구, 청주대학교 논문집, 1982, pp. 111~117.
3. Apple Computer Inc., "Apple II reference manual", 1979.
4. 岩田一明, コンピュータによる人間の運動動作解析, PIXEL, 1983(8), Vol. No. 13, pp. 130~131.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.