PDA 디바이스에서 실시간 강의 영상 재생을 위한 학습 영역 추출 시스템 설계 및 구현

한은영*, 서정희**, 박홍복*

*부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부, **동명대학교 컴퓨터공학과

A Design and Implementation of Study Region Detection System for Real-Time Remote Lecture Video Browsing on PDA Devices

Eun-Young Han*, Jung-Hee Seo*, Hung-Bog Park*

*Division of Electronic, Computer and Telecommunication Engineering, Pu-Kyong National University

**Dept of Computer Engineering, Tong-Myong University

E-mail : nyageum@daum.net

요 약

PDA는 비교적 작은 크기로 인하여 휴대하기 쉽고 간편하다는 장점이 있어 학습자에게 언제, 어디서나 학습할 수 있는 기회를 제공한다. 그러나 작은 스크린 사이즈로 인하여 동영상에서 제공되는 학습 내용을 정확하게 인식하기에는 많은 제약이 있다. 본 논문에서는 이러한 PDA의 문제점을 해결하기 위해 관심 영역(ROI)의 추출(Detection)과 이미지 스케일링(Image Scaling) 기법을 이용하여 학습에 필요한 영역을 중심으로 강의 영상의 크기를 적응적으로 변환하고 전송하는 원격 강의 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 802.11b 무선 네트워크상에서 실험을 통해 기존의 방법에서 보다 최적화된 강의 영상을 제공할 수 있음을 증명한다.

ABSTRACT

PDA provides an opportunity for users to study anytime and anywhere because it is portable and convenient thanks to its relatively small size. However, users may face difficulties to fully recognize the characters provided through lecture videos, due to its low resolution and small scaled screen. This thesis proposes a system of remote lecture in which the size of videos can be adjusted and transmitted on the basis of contents necessary for study, using detection of region-of-interest(ROI) image, and a method of image scaling in a bid to solve such a problem of PDAs. The experiment on 802.11b wireless network shows that the proposed system is able to provide more optimized lecture videos than in existing method.

키워드

PDA, Adaptive video coding, Remote Lecture, Mobile Device

Ⅰ. 서 론

디지털 신호 처리, 저장 매체, 전송 방식의 발전은 음성 정보로 국한된 강의로부터 다양한 멀티미디어 강의를 가능하게 하였다. 이와 더불어 E-Learning[1][2]과 같은 온라인 강의가 보편화되어감에 따라 동영상의 방대한 정보를 저장, 전송하기 위한 여러 가지 압축 방식 및 코딩 기술 등의 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그러나 대부분의 기술이 대역폭을 감소하기에 초점을 맞추고 있어 제한적인 스크린 사이즈에 대한 많은 연구와 노력이 더욱 요구된다[4].

본 논문은 영상의 질적 저하를 최소화하여 PDA에서 사용자의 시각적 인식률을 높이는데 연구의 목적을 두었으며, 이를 위해 크게 두 단계의 과정으로 분류하였다. 먼저 강의 영상에 포함되어 있는 텍스트를 중심으로 학습 영역을 추출하기 위해 캐니(Canny) 필터[5]를 수행한 후 에지

이미지를 구하고 형태학적 연산(Morpho -logical Operation) 및 투영(Projection)을 통해 관심 영역을 추출한다. 두 번째 단계로 추출된 영역은 강의를 요청하는 Client의 디바이스 화면 사이즈에 적합한 영역을 조정하기 위해 이미지 스케일링(Image Scaling)과정에서 Client의 디바이스 정보를 참조하여 영상 사이즈를 조절한 후 전송한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 설명하고, 3장은 제안하는 축소 방법에 대한 설계를 기술한다. 4장은 구현 및 결과 분석, 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 관 련 연 구

모바일 기기는 차세대 E-Learning 매체 중 하나로 그 대표적 속성에는 이동성, 접근 용이성, 즉시성, 유연성 등이 있다[1]. 이러한 모바일 기기 중 하나인 PDA는 비교적 작은 사이즈로 인하여 휴대하기 쉽고 간편하다는 장점이 있어 학습자에게 언제, 어디서나 학습할 수 있는 기회를 제공한다. 그러나 작은 스크린 사이즈로 인하여 동영상에서 제공되는 학습 내용을 정확하게 인식하기 힘들다는 제약이 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 T.Liu[3]는 Video Transcoding 기술과 색상 기반의 ROI(Region Of Interest) 추출 기법을 이용하여 실시간으로 촬영되는 학습 영상을 PDA로 전송하여 재생하는 시스템을 제안하였다. 또한 X.Fan[4]는 TV 영상을 PDA에서 원활하게 제공하기 위해 사용자가 영상이 재생되는 동안 비디오 프레임의 사이즈를 자동 또는 수동으로 조절하고, Visual Attention Model[6][7]을 중심으로 이미지내의 각 객체들을 재구성함으로써 스크린 사이즈의 제약을 극복할 수 있는 방법을 제시하였다. 그러나 이러한 방법은 다양한 모바일 기기에 적합한 영상 품질과 사용자 중심의 내용을 제공할 수 있지만, 복잡하고 다양한 영상을 인식하기에는 한계가 있다.

III. 원격 강의 영상 전송 시스템

본 논문에서 제안하는 시스템의 구성도는 그림 1과 같다.

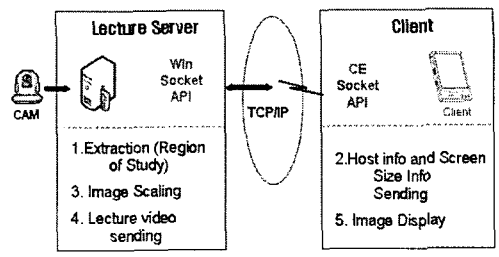


그림 1. 원격 강의 시스템의 구조

본 시스템은 Lecture Server(PC)와 Client(PDA)로 구성되며, PC와 PDA간의 유무선 통신을 위해 TCP/IP 프로토콜을 사용하였다. 그림 1은 강의 서버에서 캠으로 촬영된 강의 영상을 영상 처리 과정을 통해 학습 영역을 추출(1)하고 대기한다. 그리고 Client는 Host 정보와 Device 정보를 서버에 전달(2)하여 강의를 요청하게 되고, 서버는 Client로부터 전송된 정보를 참조하여 영상의 크기를 조절(3)한 후 Client에게 강의 영상을 전송(4), 이를 수신한 Client가 PDA상에 영상을 재생(5)하는 일련의 과정을 보여준다.

3.1 학습 영역 추출

서버의 학습 영역의 추출 과정은 그림 2와 같다.

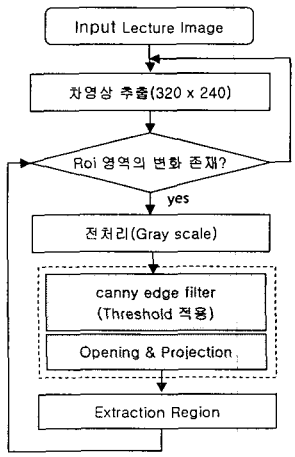


그림 2. 학습 영역 추출 과정

그림 2는 학습 영역을 추출하기 위한 과정으로 먼저 ROS 영역을 비교한다. ROS 영역은 이전 영상에서 추출된 학습 영역으로, 초기 값은 320x240이다. ROS 영역 내에 화소의 변화가 발생할 경우 차 영상을 추출하고 전처리를 수행한다. 전처리 후 Canny 연산을 통해 에지를 추출하고, 추출된 에지 영상을 오프닝(Opening) 연산과 투영(Projection)을 통해 잡영 및 긴 선을 제거한다. 최종 남겨진 에지를 중심으로 Bounding Box 처리를 통해 학습 영역을 지정하고 다시 ROS 값을 갱신하여 비교한다.

3.2 Image Scaling

이미지 스케일링이란 다양한 장치 등으로 입력된 영상들을 적절한 크기로 축소 또는 확대하고 기울기의 교정 등을 위해 화소들의 위치나 배열을 변경하는 기하학적 처리(Geometric Process -ing)를 말한다[10]. 그 중 본 시스템은 디바이스

에 적합한 영상 크기로 변환하기 위해 스케일 기법 중 축소를 수행한다. 다양한 교육용 컨텐츠에서 학습 영역을 중심으로 영상의 크기를 축소하기 위한 과정을 알고리즘을 그림 3으로 나타내었다.

먼저 앞 단계에서 추출된 학습영역(ROS : Region of Study)를 디바이스 크기와 비교한다. 디바이스 크기와 ROS 크기가 같다면 Cropping 작업을 바로 수행하며, ROS 크기가 Device 크기보다 크다면, ROS의 크기를 기준으로 Image Scaling(축소)을 수행한 후 Cropping 한다. 반면 ROS 크기가 Device 크기보다 작다면, ROS의 위치를 체크하고 ROS 크기가 될 때까지 왼쪽 또는 오른쪽으로 이미지를 확장하고 Cropping 한다.

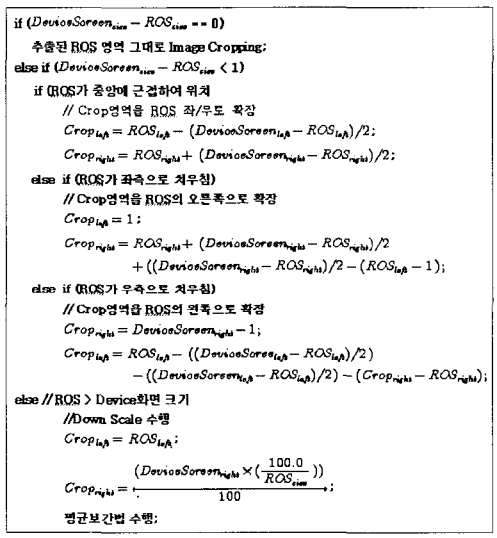


그림 3. 제안하는 축소 알고리즘

그림 3을 통해 알 수 있듯이 추출된 영역의 크기를 중심으로 가로 세로 축소 비율을 각각 다르게 적용하고, 추출된 학습 영역을 최대한 중심에 두기 위해 좌/우 영역의 치우친 정도를 계산하여 학습 영역을 확장한다. 이러한 방법은 기존의 축소 방법의 단점[5]을 보완할 수 있는 효율적인 축소 방법이 될 수 있다.

3.3 클라이언트(PDA)

서버로부터 수신된 강의 영상은 임시 버퍼에 저장된다. 저장된 데이터를 이미지 객체로 만들기 위해서는 그림 6과 같이 비트맵 객체를 정의한 후 memcpy 함수를 통해 데이터를 복사한다. 강의 영상을 PDA 화면상에 그려주기 위해 Dibsection의 비트맵 핸들을 얻고 Bitblt 함수 호출한다.

```
BITMAPINFO m_bmi  = {0, };
LPBYTE     m_DIBbit = NULL;
memset(&m_bmi, 0, sizeof(BITMAPINFO));
m_bmi.bmiHeader.biSize          = sizeof(BITMAPINFOHEADER);
m_bmi.bmiHeader.biWidth         = IMG_WSIZE;
m_bmi.bmiHeader.biHeight        = -IMG_HSIZE;
m_bmi.bmiHeader.biPlanes        = 1;
m_bmi.bmiHeader.biBitCount      = 24;
m_bmi.bmiHeader.biCompression   = BI_RGB;
m_bmi.bmiHeader.biSizeImage     = IMAGE_SIZE;
m_bmi.bmiHeader.biXPelsPerMeter = 0;
m_bmi.bmiHeader.biYPelsPerMeter = 0;
m_bmi.bmiHeader.biClrUsed       = 0;
m_bmi.bmiHeader.biClrImportant  = 0;

HWND hWnd = GetSafeHwnd();
HDC hdc = ::GetDC(hWnd);
HDC hMemDC = ::CreateCompatibleDC(hdc);
//create back buffer
HBITMAP m_hbm  = CreateDIBSection(hdc, (BITMAPINFO *)&m_bmi,
                 DIB_RGB_COLORS, (VOID **)&m_DIBbit, NULL, 0);
memcpy(m_DIBbit, m_pBuffer, IMAGE_SIZE) ; //Image copy
:SelectObject(hMemDC, m_hbm);
::BitBlt(hdc, 10, 140, IMG_WSIZE, IMG_HSIZE, hMemDC, 0, 0, SRCCOPY);
```

그림 4. PDA 화면상에 강의영상 표시

IV. 구현

강의 서버 환경은 PentiumIII 866MHz, Windows XP를 기반의 Microsoft Visual C++ 6.0 MFC를 이용하였으며, PDA Client는 Pocket PC를 기반의 Microsoft eMbedded Visual C++ 4.0 MFC를 이용하여 개발 하였다. 또한 HP iPAQ rw6100 PDA 단말기를 이용하여 학습 영역의 인지여부를 검증하였다. 제안한 방법의 평가를 위해서 PC CAM(320x240)을 이용하여 학습과 관련된 다양한 자료를 실시간으로 촬영하고 변화되는 학습 영역과 축소되는 영역의 정확도를 기록하였다. 결과 이미지에 대해서는 적응적인 이미지 축소의 성능을 비교하기 위해서 책표지, 본문, PPT, 그림책으로 영상을 분류하였다. 책표지와 그림책은 다양하고 복잡한 배경 이미지와 적당한 사이즈의 문자를 포함하며, PPT와 책 본문은 단순한 배경색과 작은 문자들로 구성된다. 제안된 알고리즘의 성능 평가 결과는 표 1과 같다.

<표 1>. 학습관련 자료에서 학습 영역 중심의 영상 축소 결과

유형	Total	Correct	Miss	False
책 표지	15	14	1	0
본문	17	14	2	1
PPT	20	19	1	0
그림책	13	12	1	0
총 프레임	65	59	5	1
Precision = 0.91 Recall = 0.92				

<표 1>은 65장의 영상에 대해 학습 영역을 기준으로 축소되고 Crop된 추출률과 정확도를 보인다. 학습 영역의 정확도와 추출률을 평가하기 위해, 아래의 식 (1)과 (2)를 이용하였다.

Precision = (Total number of correct regions) / (Number of total regions) (1)

Recall = (Total number of correct regions) / (Total number of correct regions + Number of Miss regions) (2)

<표 1>의 유형 중 본문에서 추출률이 다소 떨어지는 이유는 저해상도 캠으로부터 입력 받은 영상의 낮은 질(Quality)과 조명의 영향으로 인하여, 학습 영역의 사이즈가 작거나 선명하지 못한 부분에서 제대로 추출이 되지 못하는 경우가 발생되기 때문이다. 예를 들어 그림 5의 (d)에서 선명하지 않은 선 부분이 잘려진 것을 알 수 있다. 그러나 이미지가 선명하거나 조명이 어둡지 않는 학습 영상은 대부분 추출이 가능함을 보였다.

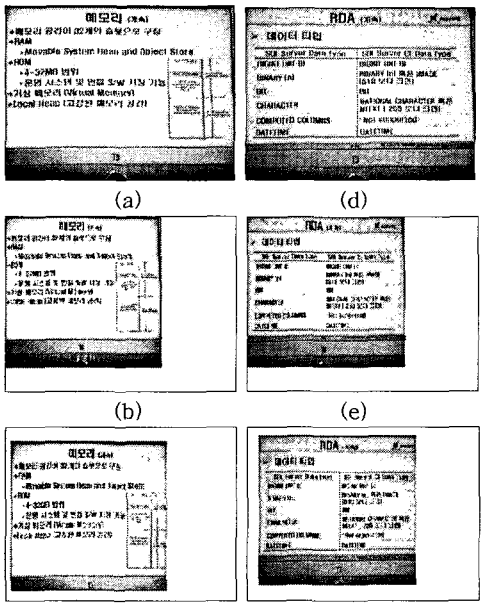
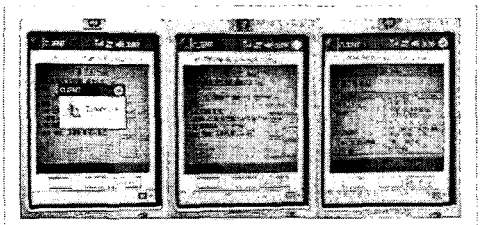


그림 5. 기존의 고정 비율로 축소된 영상(b, e)와 제안된 방법으로 축소된 영상(c, f)



(a)서버 접속 (b)영상 재생 1 (c)영상 재생 2

그림 6. 서버로부터 전송된 PPT 영상

본 논문에서 제안하는 축소 알고리즘의 비교 결과는 그림 5와 같다. 그림 5에서 (a)와 (d)는 강의 서버에서 실시간으로 촬영된 PPT 영상이며, (b), (e)는 기존의 가로 세로 고정 비율로 축소한 영상이다. (c), (f)는 제안된 방법으로 축소된 영상으로써 학습 영역이 고려되지 않고 축소된 (b), (e) 보다 그림 및 텍스트 영역이 크고 선명함을 알 수 있다.

그림 6은 축소되어 전송된 강의 영상을 PDA상에서 재생시킨 화면이다. 축소된 영상이 PDA의 크기에 알맞고 영상의 질 또한 큰 변화가 없음을 알 수 있다.

V. 결론 및 향후 연구

본 논문은 PDA의 작은 스크린 사이즈로 인한 문제점을 해결하기 위해 관심 영역(ROI)의 추출(Detection)과 이미지 스케일링(Image Scaling) 기법을 이용하여 학습에 필요한 영역을 중심으로 강의 영상의 크기를 적응적으로 변환하고 전송하는 원격 강의 시스템을 제안하였다. 제안한 방법은 에지 정보만을 이용하여 학습 영역을 추출하고 사용자 디바이스 사이즈에 적합한 영역을 효과적으로 계산함으로써, 계산에 소요되는 시간을 크게 줄일 수 있었다. 그러나 학습 영역을 추출하고 영상을 축소하여 사용자에게 전송하는 과정에서 압축 코덱을 사용하지 않음으로 인해 전송 속도를 더 높이지 못하였다. 따라서 다양한 코덱을 적용하여 시스템의 성능을 더 높일 수 있는 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

[1] 임영진, 서정희, 박홍복, "모바일 단말에서의 SMIL을 이용한 멀티미디어 교육 시스템 설계 및 구현," 한국해양정보통신학회, 2006 춘계종합할술대회, Vol.10 No.1, pp. 581-584.

[2] 한은영, 서정희, 박홍복, "에지와 색상 정보를 이용한 강의 영상의 학습 영역 추출," 한국정보처리학회 제 26회 추계학술발표논문집(상), Vol.13 No.2, pp. 85-88, 2006.

[3] T. Liu, C. Choudary "Real-time Conetnt Analysis and Adaptive Transmission of Lecture Videos for Mobile Applications," in ACM, USA, pp. 10-16, 2004.

[4] X.Fan, Xing Xie, Wei-Ying Ma, Hong-Jiang Ahang, H.Q.Zhou, "Visual Attention based Imaged Browsing on mobile devices," Proc. Of ICME, Vol.I, pp. 53-56, 2003.

[5] Nick Efford, Digital Image Processing: a practical introduction using Java, Pearson Education Limited, ISBN 0-201-59623-7

[6] Hao Liu, Xing Xie, Wei-Ying Ma, Hong-Jiang Zhang "Automatic Browsing of Large Pictures on Mobile Devices," in ACM, USA, pp. 148-155, 2003

[7] Bongwon Suh, Haibin Ling, Benjamin B. Bederson, David W. Jacobs "Automatic Thumbnail Cropping and its Effectiveness," in ACM, Vol5. issue2 pp. 95-104, 2003