

무선 단말기를 위한 웹 콘텐츠 적응의 시각적인 개선

김원섭[†], 채영준^{**}, 김태용^{***}

요 약

기존의 무선 단말기를 위한 웹문서 변환 시스템은 필수적이지 않은 부분을 삭제하거나 레이아웃을 변환하는데 치중하여 웹문서 제작자의 그래픽 디자인에 대한 의도가 훼손된 결과물을 도출하였다. 현재 무선 단말기는 비약적인 성능 향상이 이루어졌지만 아직 이미지 정보를 그대로 처리하기에는 화면 크기가 너무 작고, 연산능력이 부족하다. 따라서 본 연구에서는 정보 손실을 최소화하고 웹문서 제작자의 시각적인 저작의도를 보존하기 위하여 일반적인 웹문서를 무선 단말기용 웹문서로 적용하는 방법을 제안한다. 또한 이미지의 경우 사이즈만 변경하는 기존의 변환 방법들과 비교해 중요 정보를 남겨두고 여백을 제거하여 서비스하는 변환 방법과 이미지 컴포넌트 배치에 대한 레이아웃 측면의 변환 방법을 제시한다. 실험에서는 기존의 방법들의 변환 정확성 및 사용 편의성 측면에서 비교하여 제안된 방법의 우월성을 나타내었다.

A Visual Enhancement of Web Content Adaptation for Mobile Devices

WonSeop Kim[†], YoungJoon Chai^{**}, TaeYong Kim^{***}

ABSTRACT

In conversion of web pages for mobile devices, since existing web conversion systems eliminate unnecessary objects indiscriminately or only convert the layout of a page, the original intention of a web designer is spoiled. In spite of great advances in device technology, there still remain the problems of limited display size and insufficient CPU power. In this paper, we propose an adaptation method that minimizes the loss of information and preserves the original intention of a web designer from the visual aspect. In image conversion, the proposed method extracts meaningful information from the background against conventional resizing methods, and performs layout-based conversion for the arrangement of image components. Experimental results show the efficiency of the method on the accuracy and the usability in comparison with existing methods.

Key words: Content Adaptation(콘텐츠 적응), HTML Documents(HTML 문서), Mobile Device(무선 단말기)

1. 서 론

지난 수십 년 사이 웹의 표현능력은 향상되고 있다. 이는 웹문서를 저작에 사용되는 하드웨어와 소프트웨어의 발전, 웹 디자이너들의 창조적인 디자인과

이를 뒷받침하는 프로그래머들의 기술력, 그리고 웹 개발 언어들의 향상에 기인한다.

하지만 대부분의 웹문서 개발자들은 모든 사용자들이 대화면 칼라 디스플레이와, 마우스 및 키보드 같은 PC용 인터페이스를 구비하고 있을 거라는 가정

※ 교신저자(Corresponding Author): 김태용, 주소: 서울특별시 동작구 흑석동 중앙대학교 첨단영상대학원(156-756), 전화: 02)820-5717, FAX: 02)814-5404, E-mail: kimty@cau.ac.kr

접수일: 2007년 5월 22일, 완료일: 2007년 9월 28일

[†] 준회원, 중앙대학교 첨단영상대학원

(E-mail: refarde@gmail.com)

^{**} 준회원, 중앙대학교 첨단영상대학원

(E-mail: chai1014@yahoo.co.kr)

^{***} 정회원, 중앙대학교 첨단영상대학원

※ 본 연구는 2007년도 중앙대학교 학술연구비(일반연구비) 지원에 의한 것임

하에 웹문서를 개발하고 있으며 이러한 개발 방식은 무선 단말기로 웹 콘텐츠를 서비스 할 때 문제를 야기시킨다. 웹문서가 대용량일 경우 무선 단말기의 저장 공간의 한계로 내용을 받아들이지 못할 때가 있으며 콘텐츠의 내용이 많을 경우 사용자는 수차례 스크롤해야 원하는 정보를 열람할 수 있다. 특히, 이미지가 지원되는 포맷에 맞지 않아 아예 열람이 불가능한 경우도 있으며 이로 인해 대부분이 이미지로 이루어진 문서의 경우 정보 전달이 불가능한 경우도 발생한다. 따라서 최근 몇 년 사이 이러한 문제를 콘텐츠 적응(Content Adaptation)을 통하여 해결하고자 하는 연구가 나타났다.

초기의 콘텐츠 적응에 대한 시도로는 대부분 이미지를 제거하고, 자바스크립트를 사용하지 못하도록 막는 등 주요 정보 이외의 부분을 제거하여 웹 콘텐츠를 읽기 쉽도록 만드는 것에 치중하였다. 이 접근의 예로는 JunkBusters(<http://www.junkbusters.com>) 등이 있다. 차후 화면크기에 맞추어 레이아웃을 조정하거나 경험적인 방법으로 웹문서를 다시 제작하는 방법이 등장하였다. 예로는 Opera(<http://www.opera.com>)가 있다. 그러나 이러한 연구에도 불구하고, 디바이스 성능의 한계와 텍스트 중심의 적응이었기 때문에 변환 시 많은 한계가 노출되었다. 구글(<http://www.google.com/mobile>)에서는 모바일 기기를 위해 xHTML로 제작된 콘텐츠들이 서비스되고 있지만 이 경우에는 데이터베이스에 축적된 자료를 서비스 할 뿐 콘텐츠에 대한 적응 서비스를 제공하고 있지 않다. 위 예와 같이 여러 시도에도 불구하고 무선 단말기로 웹 콘텐츠를 열람하는 것은 여전히 제한적이며, 조작이 불편하였으며, 사용자들은 그 불편함을 당연히 여기며 서비스를 이용해왔다.

따라서 본 연구에서는 텍스트 중심의 변환을 탈피하여 이미지 중심의 웹문서를 무선단말기에 알맞게 효율적으로 변환할 것인지에 대해 연구한다. 이미지 컴포넌트 변환에 있어서도 사이즈 변환만을 하는 기존의 방식보다 보다 적극적인 에지 추출에 기반을 둔 오브젝트 인식을 통하여 주 정보 영역을 제외한 나머지 여백을 제거하는 향상된 변환 방식을 제안한다. 또한 이미지 배치 및 인터페이스가 효율적으로 될 수 있는 레이아웃 측면에서의 변환을 제시한다. 제안하는 방식의 사용성과 적합성을 판단하기 위하여 처리하지 않았을 때와의 이미지 표현을 비교, 총

화면 길이 비교, 클라이언트 상의 화면 출력 속도 비교를 실시하여 제안하는 방식의 우월성을 입증한다.

본 연구는 다음과 같이 기술되었다. 우선 2장에서 우선 기존의 적응 방법들을 소개한다. 3장에서는 이미지에 대한 변환 시 사용할 수 있는 방법을 컴포넌트 단위와 레이아웃 레벨에서 제안하여 이미지의 크기 변환 및 위치 배정을 보다 개선할 수 있도록 한다. 4장에서는 제안된 방법과 기존의 방식 및 처리하지 않았을 경우와의 비교실험을 하고, 마지막 5장에서는 결론을 기술한다.

2. 기존의 콘텐츠 적응 관련 연구

콘텐츠 적응이란 단어는 W3C에서 “주어진 전달 콘텍스트(context)에서 요청된 동일한 자원 식별자에 반응하여, 하나 또는 그 이상의 지각할 수 있는 단위를 만드는 선택, 생성 또는 수정하는 프로세스.”라고 정의하고 있다[1]. 즉, 사용자의 환경이나, 사용자의 선호, 네트워크 환경 등의 정보를 고려하여, 입력된 하나나 여러 개의 문서에 대하여 알맞게 변환하는 것을 말한다.

Lum과 Lau는 클라이언트의 사용자 콘텍스트, 네트워크 환경의 네트워크 콘텍스트, 웹 콘텐츠 제공자의 콘텐츠 프로파일을 동시에 고려한 변환 엔진을 연구하였다[2]. 서버는 미리 사용자의 선호를 파악하여 이를 평가를 통해 스코어 트리로 형성한다. 그리고 요청이 들어오면 요청한 디바이스의 능력과 네트워크 환경 그리고 콘텐츠의 메타 데이터를 고려하여 의사결정 로직을 만든다. 이 로직을 기준으로 협상 알고리즘을 이용해 스코어 트리를 탐색한 뒤 도출해낸 사용자 선호를 고려하여 웹 콘텐츠를 다시 포맷을 바꾼다. 이 접근 방식은 비록 구현 단계에서는 단순히 포맷을 바꿔주는 기능에 머물렀지만, 사용자 요청에 반응하여 콘텐츠를 알맞게 변화시키는 콘텐츠 적응의 정의에 가장 근접한 접근이라고 볼 수 있다.

Gupta 등은 DOM(Document Object Model)를 기반으로 하여, HTML로 구성된 웹 소스에서 모바일 환경에 맞도록 추출하는 변환 방법을 제시하고 결과물은 Crunch 라는 툴을 통하여 배포되었다[3]. HTML 문서를 DOM 계층 구조로 재구성하고 서비스를 요청한 디바이스의 처리능력을 고려하여, 서비

스 관리자가 수동적으로 기능을 제한하여 변환한다. 이 연구의 결과물은 관리자의 재량에 따라 가장 최상의 결과를 도출해 낼 수 있다는 장점이 있지만, 반대로 관리자의 관리 없이는 변환 시 정보의 손실이 많을 수 있고, 무선 단말기 상에서 정보를 판독하기 힘든 웹문서를 얻을 수 있다는 단점이 있다. 또한 그림 1에서 볼 수 있듯이 텍스트 중심의 변환이기 때문에 사용자가 웹문서 정체성 파악하기 곤란할 수 있다는 문제가 있다.

이밖에도 휴리스틱(heuristic)으로 웹문서를 다시 저작하는 방식도 연구되었다[4,5]. 우선 웹문서를 트리 형태로 분석하여 반복되는 패턴을 그룹별로 나눈다. 이 후, 그룹 당 특성을 분석하여, 각 그룹을 보존, 생략, 제거하는데, 이 판단 과정을 '요약'이라고 표현하였다. 표 1은 이들이 제안한 주요 휴리스틱을 도식화 한 것이다.

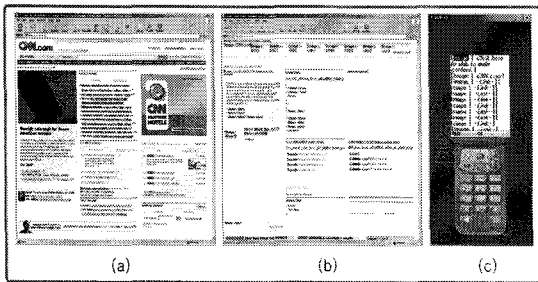


그림 1. DOM에 기반하여 적용한 예 (a) 원본 웹사이트 (b) Crunch를 통한 변환 (c) Crunch로 변환된 웹문서를 모바일 에뮬레이터에서 열람하였을 경우

효과적인 요약을 위하여 Timothy Bickmorene는 5개의 휴리스틱을 정리하였다[4].

아웃라이닝 변환은 그룹에 섹션 헤더가 존재할 경우, 그 섹션 헤더를 남겨두고, 그 그룹의 하이퍼링크를 거는 방법이다. 첫 문장 생략 변환은 그룹이 긴 문장으로 판명되었을 경우 첫 문장에 하이퍼링크를 걸고, 나머지 문장을 생략하는 방식이다. 이미지 축소 및 생략 변환은 이미지를 화면에 맞게 축소 변환하고, 변환된 이미지가 있어야 되는 부분을 하이퍼텍스트로 처리하는 것을 말한다. 이 변환 방법들은 사용자가 이미지에 해당하는 텍스트를 선택했을 때만 열람할 수 있다. 색인 분할 변환은 긴 웹문서를 한 화면에 표시하게끔 텍스트 블록이나 리스트 단위로 분할 한 뒤, 하나의 완성된 웹문서로 만들고 각 웹문서마다 색인으로 하이퍼링크를 거는 방식이다. 테이블 변환은 테이블의 가로 크기나 세로 크기가 무선 단말기의 디스플레이보다 클 경우 셀 단위로 분할하여 표시하는 방법이다. 하지만 변환을 할 경우 테이블이 심하게 변형되어 웹문서 저자의 의도를 이해하기 어렵게 된다.

Hang 등은 Bickmorene 등이 제안한 휴리스틱을 기반으로 2개의 개선된 휴리스틱을 더 제안하였다 [5].

일반화된 아웃라이닝 변환은 그룹화 과정상에 HTML 문서의 트리구조에서 규칙을 가지고 반복성을 찾는다. 규칙은 2가지로써, 구조적인 태그나 하이퍼링크로 시작되는 부분문자열을 우선적으로 찾는

표 1. 알려진 변환 휴리스틱

변환 휴리스틱	변환 대상	요약의 효과
아웃라이닝	섹션 헤더를 가진 블록	섹션 헤더가 하이퍼링크로 전환됨.
첫 문장 생략	긴 텍스트 블록	텍스트 블록의 첫 번째 문장이 하이퍼링크로 전환됨.
이미지 축소 및 삭제	이미지	이미지가 축소되고 하이퍼링크로 전환됨.
색인분할	긴 웹 문서	하위 문서로 분할되어, 각각의 문서마다 하이퍼링크로 연결됨.
테이블	테이블 구조	테이블 셀들이 연속적인 하이퍼링크로 전환되어 나열됨.
일반화된 아웃라이닝	섹션 헤더를 가진 구조적이거나 반복적인 블록	섹션 헤더가 하이퍼링크로 전환됨.
선택적인 생략	테이블 구조	의미 없는 셀들이 제거됨.

것과, 이 중 가장 긴 부분문자열을 선택한다는 것이다. 그리고 요약과정에서 축소 요인과 정보 밀도를 함께 고려하여 요약을 한다. 선택적인 생략 변환의 목적은 테이블 구조의 단순화에 있다. 테이블 변환이 테이블의 구조를 완전히 깨트렸던 것과 다르게 이 변환은 테이블 구조상에 의미상의 요소를 판단하여 변환한다. 하지만 이러한 휴리스틱을 무작정 적용하면 그림 2와 같이 그림이 생략되고 일부 중요 텍스트가 링크로 대체되면서 결국 웹 저자가 생각했던 웹문서와는 다른 웹문서를 서비스하게 된다. 또한 이러한 변환 역시 이미지를 감추어야 되는 존재로 여겼으며, 하이퍼링크로 오브젝트들을 연결 시켜서 처음 웹 사이트로 접속하였을 경우 웹사이트의 정체성을 파악하기 어렵게 만들었다.

이미지를 감추거나 삭제하지 않고 텍스트와 동등하게 다룬 연구로는 Yang과 Shao가 제안한 규칙 기반 적응 시스템이 있다[6]. 이 시스템은 오브젝트 단위로 텍스트와 이미지를 다루고 있으며 각 오브젝트마다 사이즈에 따른 여러 가지 버전을 준비하고 준비된 오브젝트들을 콘텍스트에 따라 규칙을 적용하여 최적으로 그 디바이스에 서비스한다. 하지만 이 시스템 역시 이미지 사이즈만을 단순하게 변환하는 소극적인 변환을 취하고 있다.

또한 기존의 적응 시스템은 시스템이 클라이언트와 서버 중 어느 측면에 존재하느냐에 따라 클라이언트 기반, 서버 기반, 프록시 기반의 3분류로 나눌 수 있다. 클라이언트 기반의 적응 시스템은 클라이언트의 단말기에서 적응을 수행하는 것이다[7]. 그러나 이 시스템은 연산 능력이 떨어지는 무선 단말기의 특성 때문에 적용이 힘들다. 서버 기반의 적응 시스

템은 서버 상에서 사용자의 단말기 성능과 네트워크 대역폭을 고려해 웹문서를 구축할 수 있고, 여러 버전의 웹페이지를 서비스 할 때 별다른 중간 단계가 없고, 따라서 네트워크 부하를 줄일 수 있다[8-10]. 하지만 배너 삭제 등의 사용자 친화적인 적응을 적용하는데 있어서 사업상의 문제가 있고, 확장성이 부족하다는 단점이 있다. 프록시 기반의 적응 시스템은 서버에서 클라이언트에게 오는 정보를 프록시가 가로채서 클라이언트에게 알맞은 문서로 적응하는 방식을 채용하고 있다[3,11-14]. 이 경우, 멀티미디어 데이터의 변환 시 다른 방식보다 많은 양의 연산이 이루어지는 단점이 있다. 하지만, 기존 클라이언트와 서버에 별다른 영향을 끼치지 않아 확장이 용이하고, 서버기반의 시스템에 비해 사용자 친화적인 웹문서 변환이 가능하다는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 프록시 기반으로 웹문서 적응하는 방식을 채택하였다.

3. 모바일 환경을 위한 개선된 적응

PC 사용자를 대상으로 구현된 HTML 웹문서는 계층적인 구조로 되어 있다[3]. 모바일 환경에서 웹문서 적응을 시행하기 위하여 적응 절차 역시 이미지 컴포넌트 단계에서의 처리와 레이아웃 단계에서의 처리로 단계를 나누어서 방법을 제안한다.

3.1 이미지 컴포넌트 단계에서 변환

메인 화면이나 장식적으로 쓰이는 이미지들은 글자나 아이콘에 주로 사용되고, 복잡도가 낮으며, 인위적으로 제작한 파일이 대부분이다. 이런 종류의 이미지의 경우 배경의 비율이 높다. 따라서 아이콘이나 메뉴, 타이틀 이미지 등의 인위적으로 제작한 이미지를 인위적인 이미지로, 상대적으로 복잡한 사진이나 회화 이미지를 자연적인 이미지로 구분하였다. 인위적으로 제작한 이미지는 모든 색 영역을 사용하여 제작하지 않는다는 것에 착안하였으며, 이를 구분하는 기준은 다음과 같다.

$$H(l) = \begin{cases} l & \text{if } H(l) > p : \text{Artificial image} \\ \frac{l}{L} & \text{else } H(l) \leq p : \text{Natural image} \end{cases} \quad (1)$$

여기서 l 은 매그니튜드(magnitude)가 0이 아닌 히스토그램의 레벨들의 총 수이고, L 은 히스토그램 레

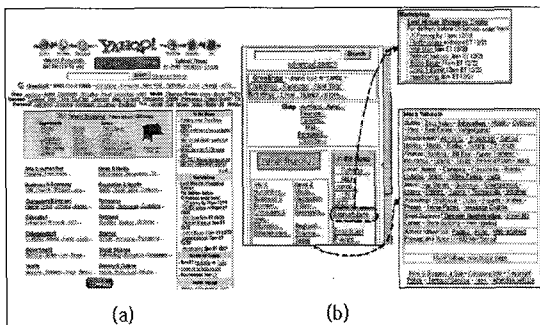


그림 2. 기존의 제안되었던 휴리스틱을 기반으로 변환한 예. (a) 원본 웹사이트, (b) 제안된 휴리스틱을 기반으로 변환한 웹문서.

벨들의 총 수이다. 위 기준은 red, green, blue 히스토그램에 대하여 각각 적용한다. p 는 기준치이며 10000개의 인터넷에 존재하는 이미지를 대상으로 하여 분석한 것을 토대로 실험한 결과 0.7 정도가 제일 적합하다는 결론을 얻을 수 있었다. 인위적인 이미지와 자연적인 이미지의 histogram 분포는 그림 3에서 볼 수 있다.

3.1.1 자연적인 이미지 적응

자연적인 이미지는 무선단말기 상에서 명확한 정보 전달을 요구하지 않는다고 가정하고 형태나 상황에 대해 인식할 수 있는 것을 목표로 한다. 그림 4에서 한정된 무선 단말기 LCD 상에서 표현하기 위하여 축소할 때 별다른 보간 없이도 형태구별이 용이하다. 여기서 제안하는 프록시는 화면크기에 맞추어 이미지가 화면의 가로 크기보다 클 경우 가로 세로 비율에 맞추어 이미지 크기를 줄인다. 또한 화면의 가로 크기보다 작을 경우 축소하지 않도록 하였다.

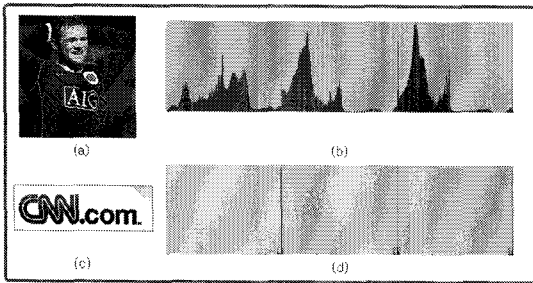


그림 3. 자연적인 이미지와 인위적인 이미지의 비교. (a) 자연적인 이미지, (b) 자연적인 이미지의 RGB 히스토그램, (c) 인위적인 이미지, (d) 인위적인 이미지의 RGB 히스토그램.

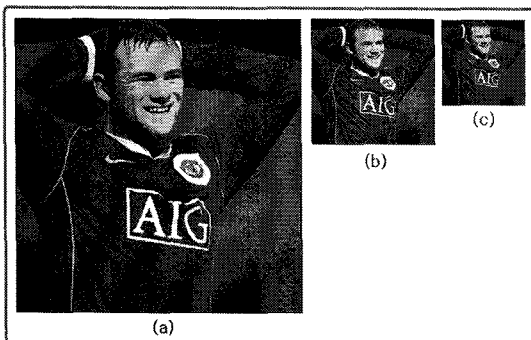


그림 4. 자연적인 이미지 크기 변화. (a) 원본 이미지 (b) 가로 크기를 25% 축소 (c) 가로 크기를 15% 축소

축소 시에 보간법은 Parker의 연구에 따라 근접 픽셀 보간법과 양선형 보간법, 큐빅 B-스플라인 보간법, 고해상도 B-스플라인 보간법 중에서 비교적 성능이 뛰어나다고 판명된 고해상도 큐빅 B-스플라인 보간법을 사용하였다[14]. 불필요한 헤더정보도 삭제하였다.

3.1.2 인위적인 이미지 적응

인위적인 이미지는 웹문서 상에서 주로 사용자 인터페이스로 쓰이거나 사이트 정체성과 관련된 정보의 빠르고 명확한 전달을 위하여 사용한다. 특히, 인위적인 이미지는 텍스트나 특정 심벌로 구성된 경우가 많다. 따라서 인위적인 이미지는 비교적 간단하고 명확한 정보를 포함하고 있으며, 이를 위하여 불필요한 여백이 자리 잡고 있는 경우가 많다. 그림 5는 인위적인 이미지의 크기를 일정 비율로 축소시킨 것이다.

그림 5에서 (b)는 원본 이미지 (a)를 cubic B-spline 보간법만을 적용하여 축소시킨 이미지이다. 하지만 배경을 제거한 이미지(c)를 축소된 이미지(b)의 가로 크기에 맞추어 변형시킨 이미지 (d)의 경우 동일한 면적에서 더 뚜렷하게 이미지가 전달하고자 하는 정보를 확인 할 수 있었다.

이러한 배경이 제거된 이미지의 경우 원본 이미지에 비하여 문서 내 차지하는 영역이 작아 무선 단말기에서 효과적인 화면 구성이 가능하다. 마우스로 클릭하기 편리하기 위해 일정 크기 이상이 되어야 되는 PC용 웹문서와는 다르게 방향키로 선택하는 모바일 페이지의 경우 오히려 크기가 크면 스크롤이 많아서 저서 사용하기 불편하다.

따라서 인위적인 이미지는 배경 등의 불필요한 영역을 제거하는 것에 역점을 두어 연구를 진행하였다.

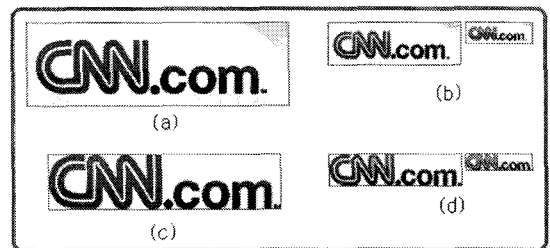


그림 5. 인위적인 이미지 크기 변화. (a) 원본 이미지와 크기를 50%, 25%로 축소한 이미지 (b) 여백을 제거한 이미지와 (a)와 동일한 가로 크기로 축소한 이미지

인위적인 이미지를 줄이기 위하여 다음과 같은 방법을 제안한다. 프로세스는 다음과 같다.

- 단계 1. 원본이미지를 메모리에 복제한다.
- 단계 2. 복제한 이미지를 캐니 에지 검출기를 이용하여 경계영역만을 추출한다[15].
- 단계 3. 임계값 이상의 영역만을 추출하여 경계 정보영역을 추출한다.
- 단계 4. 복제한 이미지의 경계정보영역을 바탕으로 원본 이미지의 경계 영역을 추출한다.
- 단계 5. 추출한 이미지가 무선단말기 화면보다 클 경우 크기를 축소하고 최적화한다.

그림 6은 인위적인 이미지 변환 프로세스의 예이다.

우선 원본 이미지를 메모리에 복제한 이미지를 대상으로 캐니 에지 검출기를 사용하여 에지를 검출한다[15]. 캐니 에지 검출기에서 임계값은 Arifina의 연구를 기반으로 히스토그램을 2개의 클러스터로 분류한 뒤에 2번째 클러스터의 최저값으로 도출해냈다[16]. 이 방법은 이미지의 히스토그램을 도출하고 각 레벨의 간의 인터 분산(inter-variance)과 인트라 분산(intra-variance)의 합으로 이루어진 거리 수치를 대조해 가장 최저거리로 이루어진 레벨을 재귀적으로 합쳐 최종적으로 n개의 클러스터를 얻는다. 하지만 여기서는 이미지가 아닌 에지들에 대한 히스토그램을 도출하고 그 에지 히스토그램에 대하여 임계값을 구한다. 클러스터 C_{k1} 과 C_{k2} 에 대한 거리 $Dist(C_{k1}, C_{k2})$ 의 수식은 다음과 같다.

$$Dist(C_{k1}, C_{k2}) = \sigma_I^2(C_{k1} \cup C_{k2}) \sigma_A^2(C_{k1} \cup C_{k2}) \quad (2)$$

여기서 $\sigma_I^2(C_{k1} \cup C_{k2})$ 는 C_{k1} 과 C_{k2} 의 인터 분산, $\sigma_A^2(C_{k1} \cup C_{k2})$ 는 C_{k1} 과 C_{k2} 의 인트라 분산을 의미한다.

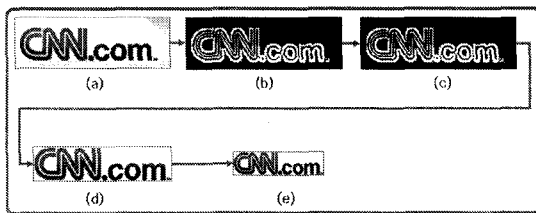


그림 6. 인위적인 이미지 변환 프로세스 (a) 원본이미지, (b) edge 추출, (c) edge 영역의 경계정보 추출, (d) 배경영역을 제외한 이미지 추출, (e) 화면에 맞게 축소

인터 분산(3)과 인트라 분산(4)의 수식은 다음과 같다.

$$\sigma_I^2(C_{k1} \cup C_{k2}) = \frac{P(C_{k1})P(C_{k2})}{(P(C_{k1}) + P(C_{k2}))^2} [m(C_{k1}) - m(C_{k2})]^2 \quad (3)$$

$$\sigma_A^2(C_{k1} \cup C_{k2}) = \frac{1}{P(C_{k1}) + P(C_{k2})} \times \sum_{z=I_{k1}+1}^{I_{k2}} [(z - M(C_{k1} \cup C_{k2}))^2 p(z)] \quad (4)$$

여기서 $m(C_k)$ 는 클러스터의 평균이며, $M(C_{k1} \cup C_{k2})$ 는 클러스터 C_{k1} 과 C_{k2} 의 글로벌 평균을 의미한다. 위 식을 클러스터가 2개가 될 때까지 재귀적으로 실행하고, 2번째 클러스터의 최소값을 구하면 정보 영역 에지의 임계값을 구할 수 있다.

이후 에지 영역만의 경계 정보를 추출한다. 여기서 경계 정보란 경계 사각형의 왼쪽 상단 모서리 점의 위치 정보와 오른쪽 하단 모서리 점의 위치정보를 말한다. 이 정보를 바탕으로 원본 이미지의 배경영역을 제외한 나머지 영역을 추출하여 웹페이지에 디스플레이 한다. 추출한 이미지가 무선단말기 화면보다 클 경우 자연적인 이미지와 동일한 보간법을 이용하여 크기를 축소한다[14]. 사람의 시각은 경계부분에 민감하다는 가정 하에 축소된 이미지에 적절한 선명화(sharpen)를 적용한다. 이와 더불어 불필요한 헤더 정보를 제외하고 파일을 압축한다.

3.2 레이아웃 단계의 변환

이전에 제안된 방법은 텍스트 중심으로 변환하도록 제안되어 있으며, 이 방법을 사용하였을 경우, 이미지는 생략되거나 삭제되게 된다[2-5]. 따라서 본 연구에서는 이미지 배치와 사이즈 변환 및 데이터 크기 측면에 있어서 웹 페이지의 손상을 최대한 제한하면서, 페이지의 정보를 효과적으로 전달할 수 있는 방법을 제안한다. 레이아웃 변환 이전에 웹문서들은 전처리 과정을 거치게 되며, HTML TIDY를 사용하여 HTML 코드의 문법적인 오류를 수정한다[17].

3.2.1 수직 중심 레이아웃 변환

일부 웹문서들은 전체 페이지를 테이블로 구성하고, 문서상단과 좌측에 사용자 인터페이스를 구성하는 경우가 있다. 상단에 있는 인터페이스는 큰 카테고리

고리를 이용하기 위해 링크 되어있고, 좌측에 있는 인터페이스는 현재 이용하고 있는 카테고리 안에서 더 세부적인 카테고리로 이동할 때 이용한다. 만약 이 페이지를 일반적인 변환 방식으로 변환하면 가로 순으로 변환되기 때문에 이미지의 연속성이 떨어지고, 세부 카테고리를 이용하려는 사용자들이 스크롤하여 해당 메뉴로 이동해야 하기 때문에 비효율적이다. 또한 무선 단말기의 화면이 가로보다는 세로로 더 긴 만큼 세로의 연속성을 확보하는 것이 레이아웃 측면에서 합리적이다.

이 변환 방법은 페이지를 구성하는 테이블 중에서 가장 최외각에 존재하는 테이블에만 적용한다. 이유는 포함되어 있는 테이블을 변형시킬 경우 오히려 문서레이아웃이 더 훼손되는 경우를 발견하였기 때문이다. 또한 <div> 태그로 나누어진 레이아웃은 고려하지 않는다. 페이지를 분석하면서 최외각 테이블의 구조가 셀의 구조가 수직적으로 연속적이라면 가장 첫 <tr>의 첫 <td>로 이루어진 셀과 다음 <tr>의 첫 <td>로 이루어진 셀을 비교한다. 만약, 이 셀(cell)들이 가로 길이가 동일하고, colspan 속성으로 다른 셀을 포함하고 있지 않다면 이 셀의 데이터를 첫 셀의 데이터 다음에 위치하도록 한다. 이는 테이블의 맨 첫 셀과 수직한 셀에 대하여 모두 적용하며, 첫 <tr>의 두 번째 <td> 부터는 이러한 수직변환을 적용하지 않는다. 이유는 두 번째 셀 이후에는 주요 데이터가 위치 할 수 있으며, 더 레이아웃이 훼손되는 사례가 발견되었기 때문이다. 이 변환의 예는 그림 7이다. 그림 7에서는 특히 (c)와 (d)를 비교해 볼 때, ①과 ③, ②와④가 수직적으로 연속적인 내용으로 구성되어 있다. 특히 ③은 UI 영역으로 무선단말기 화면상에 단번에 보일수록 더 사용성이 증가한다. 제안하는 방법으로 변환하였을 때가 기존의 레이아웃보다 내용의 단절을 막고, 인터페이스의 사용성이 개선되었다.

3.2.2 분할 이미지 레이아웃 변환

이미지 크기가 클 경우 웹 저자들은 이미지를 사용자에서 빠르게 전송하기 위하여 이미지를 분할하고, 그 이미지를 테이블을 사용하여 배치한다. 하지만 이렇게 배치된 이미지를 모바일 페이지에서 볼 경우 각 셀의 이미지가 가로 순으로 배치되기 때문에 전혀 무슨 이미지인지 알아볼 수 없는 이미지가 생성

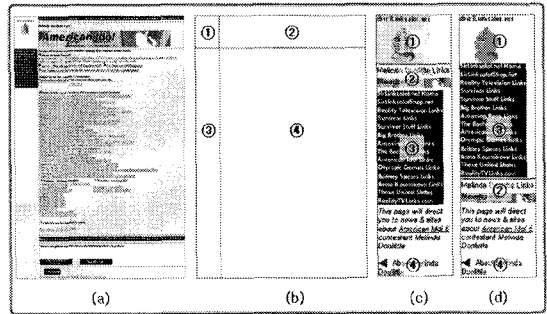


그림 7. 수직 중심 변환의 예. (a) 원본 웹문서, (b) 웹문서의 최외각 테이블 구조, (c) 기존의 가로 순서로 변환하였을 경우, (d) 제안하는 수직 중심 레이아웃 변환하였을 경우

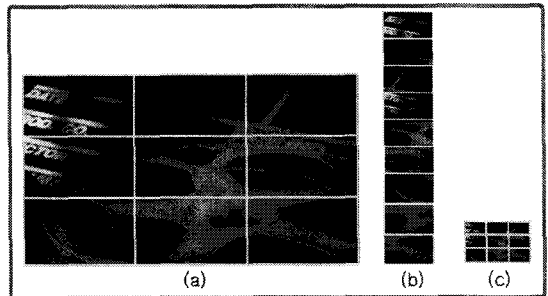


그림 8. 분할 이미지 레이아웃 변환의 예. (a) 이미지가 분할되어 배치된 테이블 (b) 아무 변환 없이 무선 단말기에서 열람할 경우, (c) 분할 이미지 레이아웃 변환할 적용할 경우

된다. 따라서 이 경우 최적화하기 위해서는 이미지 배치가 유지되면서 축소되어야 하며, 그림 8과 같이 이미지와 테이블의 축소가 동시에 일어나야 한다.

웹문서 코드를 분석하면서 테이블이 발견되었다면 테이블이 순수하게 이미지로 구성되어 있는지를 파악한다. 만약 테이블에 다른 요소(텍스트 등)가 발견되었다면 분석을 중단하고, 테이블의 셀이 순수하게 이미지 데이터로 구성되어 있다면, 그 테이블의 사이즈를 우선 비례에 맞게 변경시키고, 그 테이블의 셀 크기에 맞게 이미지 사이즈를 변경시킨다. 이 경우, 하이퍼링크에 대한 데이터는 고려하지 않는다. 제안하는 변환 방법을 적용할 경우 이미지가 가지는 정보를 효율적으로 전달 할 수 있음을 알 수 있다.

4. 실험 및 결과

클라이언트 환경 에뮬레이터로는 KTF사의 KUN

v2.1 시뮬레이터를 사용하였다. 이 쿼리 이미지를 출력할 수 있는 에뮬레이터 중에서 비교적 저사양의 에뮬레이터였기 때문에 이 에뮬레이터에서 최적화 시 상위기종에 적용하기 무리가 없을 것으로 판단하였다.

평가는 처리하지 않았을 때와의 이미지 표현을 비교, 총 화면 길이 비교, 클라이언트 상의 화면 출력 속도 비교로 나누어서 실시하였다. 비교평가 대상 사이트는 표 2에 정리하였다.

4.1 이미지 표현을 비교

앞서 언급했다시피 무선 단말기에 탑재된 브라우저는 많은 제약을 가지고 있으며, 특히 이미지에 대해서는 이미지 포맷과 용량, 사이즈가 모두 브라우저에 맞도록 요구하고 있다. 그렇지 않을 경우 그 이미지는 화면에 표시를 못하고 심하면 메모리 초과로 전체 웹문서가 보이지 않을 수 있다. 따라서 이미지가 표현되는 정도를 나타내기 위해 “Image Component Presentation Rate (ICPR)”이라는 평가 기준을 만들어 사용하였으며, 이는 다음과 같은 식으로 정의된다.

$$ICPR = \frac{\text{현재 보여지는 이미지의 총 수}}{\text{HTML 코드 상에서 존재하는 이미지의 총 수}} (\%) \quad (5)$$

비교 대상 사이트와 단말기 브라우저에서 발견되는 ICPR은 표 4에 기술하였다. 이 때, 적용하지 않은

표 2. 비교평가 대상 사이트

site	URL	구분
(1)	http://www.cnn.com	broadcasting
(2)	http://www.spacedaily.com	portal
(3)	http://www.gamespot.com	portal
(4)	http://www.msn.com	community
(5)	http://www.yahoo.com	portal/search
(6)	http://www.google.com	portal/search
(7)	http://www.chosun.com	organization
(8)	http://www.naver.com	newspaper
(9)	http://ruliweb.empas.com	portal/search

웹문서와 제안된 방법을 적용한 웹문서는 휴리스틱 등의 기타 텍스트 적용을 적용하지 않았다. 표 4의 사이트들은 모든 페이지를 다 고려한다는 것은 무리라고 판단하여 메인 페이지만을 비교하였으며, 동적으로 변하는 웹문서의 실정을 고려하여 특정 시간에 취득한 이미지를 레퍼런스로 활용하였다. 실험결과 표 3에서 보이는 것처럼 변환을 가하지 않고 웹문서를 무선 단말기 브라우저에 호출하였을 경우 이미지 표현율이 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 제안된 브라우저는 70%이상의 비교적 뛰어난 성능을 보여준다. 여기서 표현하지 못한 이미지는 스크립트 상에 표현되도록 한 이미지나 배경이미지들로 무선 단말기 브라우저에서 지원하지 않기 때문에 표현하지 못한 것이다.

이러한 이미지의 표현율은 무선 단말기에서 시각적인 정보를 표현하는데 기본이 되며, 여러 컨텍스트를 얼마나 잘 반영하는지에 대한 기준이 된다. 기존의 프록시(crunch)에서 도출된 결과와 제안된 프록시로 도출된 결과는 그림 9에서 확인할 수 있다. (a)의 가장 오른쪽에 위치한 예의 경우, 날씨 정보를 이미지로 전달하기 때문에 텍스트 중심의 변환으로는 정보를 전달할 수 없다. 따라서 필수적으로 시각적인 측면이 고려된 변환을 해주어야 한다. 또한, 로고가 제외될 경우 사이트의 정체성이 모호해지며, 사용자들이 사이트를 인지하는데도 오해가 생길 가능성이 있다.

표 3. 비교평가 대상의 ICPR

site	Image Component Presentation Rate(ICPR)	
	변환 하지 않음	제안하는 변환 방법
(1)	2%	79%
(2)	30%	84%
(3)	26%	91%
(4)	48%	86%
(5)	27%	70%
(6)	100%	100%
(7)	7%	64%
(8)	8%	88%
(9)	1%	61%

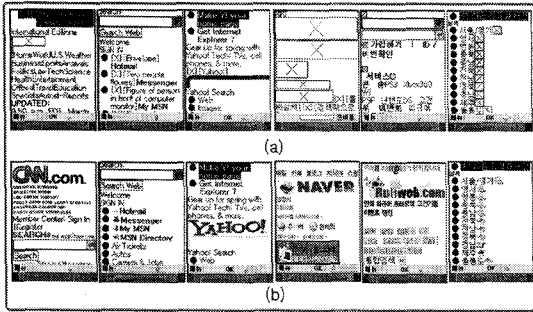


그림 9. 기존 프록시와 제안하는 프록시의 결과 비교 (a) crunch 2.0으로 비교대상 사이트를 변환한 결과 (b) 제안하는 프록시로 비교대상 사이트를 변환한 결과

4.2 총 화면 길이 비교

무선 단말기의 화면은 매우 작고 한정적이기 때문에 총 화면상에 얼마나 많은 정보를 효율적으로 표현 했는가를 평가해야 한다. 효율적으로 이미지가 배치 될수록 스크롤 횟수와 조작횟수가 줄어들고 이로 인 하여 사용성이 증가하기 때문이다. 3장에서 언급하였던 이미지 컴포넌트 측면의 처리와 레이아웃 측면의 처리를 통하여 제안하는 적응 프록시는 웹문서의 정보를 한 화면상에 더 많이 표현 할 수 있었다. 이는 그림 10에 예시하였다. 이를 정량적으로 평가하기 위하여 부가적으로 레퍼런스 사이트들을 대상으로 하여 제안한 방법으로 변환한 페이지의 전체 길이를 [6]과 같이 소극적 변환한 페이지의 전체 길이로 나누어 한 웹문서에 대한 전체길이를 비교하였다. 비교한 결과는 표 4와 같다. 비교실험 결과 제안하는 변환 방법이 기존의 소극적인 변환에 비하여 사진이미지가 주를 이루는 (7)나 최적화가 잘되어 있는 (6)의 경우를 제외하고는 총 화면 길이가 큰 폭으로 줄어든 것을 볼 수 있다.

표 4. 비교평가 대상의 총 페이지 길이

site	총 페이지 길이(pixel)	
	소극적인 변환	제안하는 변환 방법
(1)	3824	3210
(2)	4120	3502
(3)	3450	3200
(4)	3145	3102
(5)	5152	4990
(6)	1024	1024
(7)	4512	4504
(8)	4405	4241
(9)	5012	4820

4.3 클라이언트 상의 웹 문서 화면 출력 속도 비교

무선 단말기 화면에 문서를 전송하여 최종적으로 출력하는데 까지 걸리는 시간은 데이터 용량과 관련 있다. 데이터의 총용량이 줄어들수록 전송 속도 및 메모리상에서 화면으로 출력되는 속도 역시 향상된다. 이러한 화면 출력 속도 향상은 사용자의 편의성을 증가시킨다. 사이트 별 소극적 변환한 페이지와 제안하는 방법으로 변환한 페이지의 클라이언트 상의 화면 출력 속도는 표 5와 같다. 비교실험 결과 제안하는 변환방법이 기존의 소극적인 변환에 비하여 화면 출력 속도를 향상시킨 것을 볼 수 있다. 특히, 이미지가 많은 (8)이나 (9) 경우 향상의 정도가 큰 것을 확인할 수 있다.



그림 10. 무선 단말기 화면에서 정보량 비교 (a) 최소한의 변환만을 적용하여 웹사이트를 적응 할 경우 (b) 제안하는 방법을 적용하여 웹문서를 적응 할 경우

표 5. 기존 방법과의 출력속도 비교

site	출력속도(ms)	
	소극적인 변환	제안하는 변환 방법
(1)	132	101
(2)	213	120
(3)	312	200
(4)	231	210
(5)	234	180
(6)	82	82
(7)	832	810
(8)	221	110
(9)	532	220

5. 결 론

제안된 적응 프록시는 인코딩 등의 기기 사양과 이동통신사 규격 등의 네트워크 환경을 함께 고려한 적응 프로세스가 적용되었으며, 이미지 변환 시 배치를 고려하여 호트러짐이나 손상을 최소화 하고 크기나 용량 면에서 모바일 환경에 적합하도록 변환하였다. 본 연구가 실무에 적용 된다면 이미지를 많이 적제하고 있고 표준을 지키고 있는 웹문서에 대하여 무선단말기용으로 따로 제작할 필요가 없으며, 재 제작 시에도 비용을 절감함은 물론 사용자와 공급자 모두 만족시킬 수 있는 원소스 멀티유스(One-Source Multi-Use) 환경을 실현할 수 있었다.

이 프록시를 통하여 서비스되는 웹 페이지들은 여타 실시간 변환 툴을 통하여 서비스하는 것보다 무선 단말기용으로 전환하는데 뛰어난 것으로 판단되었다. 특히, 많은 이미지를 소유한 웹문서에서 더 좋은 성능을 발휘하였으며, 서버 측면에 위치하기 때문에 사용자의 특별한 조작이 필요하지 않았다. 하지만, 웹 표준을 지키지 않는 일부 사이트에 따라서 웹문서가 잘못 변환되거나, 정보 처리량에 비해 변환속도가 뛰어나지 않다는 점이 문제점으로 발견되었으며, 이는 데이터 수집, 분석과 알고리즘의 개선을 통하여 해결해 나갈 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Glossary of Terms for Device Independence, *World Wide Web Consortium (W3C)*; <http://www.w3.org/TR/2005/WD-di-gloss-20050118/>.
- [2] W.Y. Lum and F.C.M. Lau, "A Context-Aware Decision Engine for Content Adaptation," *IEEE Pervasive Computing*, Vol.1, No.3, pp. 41-49, 2002.
- [3] S. Gupta et al, "DOM-based Content Extraction of HTML Documents," *Proc. 12th Int'l World Wide Web Conf. (WWW2003)*, ACM Press, pp. 207-214, 2003.
- [4] T. Bickmore, A. Girgensohn, and J.W. Sullivan, "Web Page Filtering and Re-authoring for Mobile Users," *Computer J.*, Vol.42, No.6, pp. 534-546, 1999.
- [5] Y. Hwang, J. Kim, and E. Seo, "Structure-Aware Web Transcoding for Mobile Devices," *IEEE Internet Computing*, Vol.7, No.5, pp. 14-21, 2003.
- [6] Stephen J.H. Yanga and Norman W.Y. Shaob, "Enhancing pervasive Web accessibility with rule-based adaptation strategy," *Expert Systems with Applications*, Vol.32, pp. 1154-1167, 2007.
- [7] Noble, B, "System support for mobile, adaptive applications," *IEEE Personal Communications*, Vol.7, No.1, pp. 44-49, 2000.
- [8] R. Mohan, J.R. Smith, and C.S. Li, "Adapting Multimedia Internet Content for Universal Access," *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol.1, No.1, pp. 104-114, 1999.
- [9] B. Knutsson, H. Lu, and J. Mogul, "Architecture and pragmatics of server-directed transcoding," *Proc. 7th International Workshop on Web Content Caching and Distribution*, pp. 229-242, 2002.
- [10] F. Kitayama, S. Hirose, and G. Kondoh, "Design of a framework for dynamic content adaptation to Web-enabled terminals and enterprise applications," *IEEE Software Engineering Conference*, pp. 72-79, 1999.
- [11] Aameek Singh, Abhishek Trivedi, Krithi Ramamritham, and Prashant Shenoy, "PTC: Proxies that Transcode and Cache in Heterogeneous Web Client Environments," *World Wide Web*, Vol. 7, No.1, pp. 7-28, 2004.
- [12] H. Bharadvaj, A. Joshi, and S. Auephanwiriyakul, "An active transcoding proxy to support mobile Web access," *Proc. IEEE Symposium on Reliable Distributed System*, pp. 118-123, 1998.
- [13] S. Acharya, H.F. Korth, and V. Poolsala, "Systematic multi-resolution and its application to the World Wide Web," *Proc. IEEE International Conference on Data Engineering*, pp. 40-49, 1999.

[14] J. A. Parker, R. V. Kenyon, and D. E. Troxel, "Comparison of interpolating methods. for image resampling," *IEEE Transactions on Medical Imaging*, Vol.2, No.1, pp. 31-39, 1983.

[15] J.F. Canny. "A Computational Approach to Edge Detection," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.8, No.6, pp. 679-678, 1986.

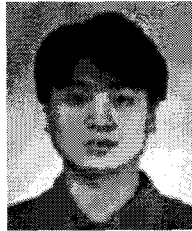
[16] Agus Zainal Arifina and Akira Asano, "Image segmentation by histogram thresholding using hierarchical cluster analysis," *Pattern Recognition Letters*, Vol.27, 2006.

[17] Clean up your Web pages with HTML TIDY, *World Wide Web Consortium (W3C)*; <http://www.w3.org/People/Raggett/tidy/>.



김 원 섭

2006년 2월 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 졸업(공학사)
 2006년 3월~현재 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 석사과정
 관심분야 : 웹, 컴퓨터 비전, 컴퓨터게임



채 영 준

2005년 8월 한국기술교육대학교 정보기술공학부 졸업(공학사)
 2006년 8월 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 석사(공학석사)
 2006년 9월~현재 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 박사과정
 관심분야 : 인공지능, 모바일 게임, 컴퓨터게임기획



김 태 용

1986년 2월 한양대학교 전기공학과(공학사)
 1988년 2월 한양대학교 전자통신공학과(공학석사)
 1998년 2월 포항공과대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
 1988년 3월~1999년 2월 한국통신 운용연구단 연구원
 2003년 4월~현재 한국컴퓨터게임학회 총무이사
 2000년 1월~현재 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 부교수
 관심분야 : 영상통신, 영상처리, 컴퓨터비전, 컴퓨터게임