

# 서로 다른 유색 조명 영상간 색 비교를 위한 색 보정 기법<sup>1</sup>

최유주\*, 이소영\*\*, 조위덕\*\*\*

\*서울벤처정보대학원대학교 컴퓨터응용기술학과

\*\*덕성여자대학교 컴퓨터시스템학과

\*\*\* 아주대학교 전자공학부

e-mail : [yjchoi@suv.ac.kr](mailto:yjchoi@suv.ac.kr), [ssel@duksung.ac.kr](mailto:ssel@duksung.ac.kr), [chowd@ajou.ac.kr](mailto:chowd@ajou.ac.kr)

## Color Correction for Comparison of Images with Different Color Illuminations

Yoo-Joo Choi\*, So-Young Lee\*\*, We-Duke Cho\*\*\*

\*Dept. of Computer Science and Applications, Seoul University of Venture and Information

\*\*Dept. of Computer Systems, Duksung Women's University

\*\*\*Division of Electrical & Computer Engineering, Ajou University

### 요 약

서로 다른 색상의 조명환경에서 촬영된 영상으로부터 동일 객체를 자동으로 검출하기 위하여 객체의 색상 비교가 요구된다. 본 논문에서는 서로 다른 조명 영상들에서 비교 대상 객체들의 색상을 비교 분석하기 위하여, 조명 차이 요소를 제거하고, 입력영상을 목표 조명영상으로 변환하기 위한 색 보정 기법을 제안한다. 제안 색상 보정 기법은 촬영전에 색상 팔레트를 이용하여 조명색상 정보를 분석하여 각 조명간 RGB 색상 요소별 차이를 전처리 단계에서 계산한다. 각 조명환경에서 촬영한 영상에 대해, 미리 계산된 조명간 차이값을 입력되는 각 영상화소값에 반영함으로써 영상의 색상을 보정한다. 실험에서, 서로 다른 색상의 조명 조건에서 촬영된 두 영상에 대하여 하나의 영상을 기준 영상으로 선정하고, 다른 하나의 영상에 제안 보정처리를 수행한다. 보정 전후 영상과 기준 영상과의 가시적인 비교 방법과 히스토그램 비교에 의하여 제안 보정 기법의 성능을 평가한다.

### 1. 서론

보행자의 특성을 스스로 분석할 수 있는 지능형 카메라의 제작을 위해서는 입력 영상을 기반으로 보행자의 특성이 자동으로 분석되는 기능이 요구된다. 영상을 통하여 보행자의 특성을 파악하기 위한 방법들로 얼굴인식, 홍채인식, 지문인식, 걸음걸이 분석, 의상이나 피부색 분석등이 연구되고 있다[1-4]. 얼굴, 홍채, 지문인식등의 경우에는 카메라와 보행자의 거리 및 촬영 각도가 어느 정도 일정함을 유지하여야 하고, 선명한 화질이 요구된다. 그러나 보행자의 특성 정보에 대한 신뢰 기간이 길고 높다는 장점이 있다. 걸음걸이 패턴을 분석하는 경우, 분석 정보에 대한 신뢰도가 높지만, 걸음걸이 패턴을 분석하기 위하여 정면 촬영영상과 함께 보행자의 측면촬영 영상이 요

구된다. 또한, 패턴 분석을 위하여 많은 영상 프레임이 촬영되어야 하는 부담이 있다. 이에 반해, 의상이나 피부의 색조를 분석하는 정보는 짧은 구간의 단시간 동안의 분석에 유용하고, 정보의 정확도가 보행자마다 유일하지 않을 수 있어 그 정확도가 낮지만, 저화질의 영상을 사용하여야 하는 경우와 실시간 처리를 위하여 짧은 프레임 영상에 대한 분석이 요구되는 경우, 또한, 보행자의 자세를 일정하게 유지하도록 요구할 수 없는 경우, 의상 및 피부 색상은 보행자의 신원 확인을 위한 보조적인 특성 정보로서 충분한 활용 가치를 가지고 있다.

피부색이나 착용 의상의 색상은 보행자의 추적이나 식별을 위하여 보행자의 특징을 표현하는데 중요한 특성값으로 활용되고 있는 상황이나, 색을 지닌 조명 아래서는 보행자가 가지는 고유 색상을 분석하기 어

<sup>1</sup> 본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 지식경제부의 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천 기반 기술개발사업의 09C1-T3-12T 과제로 지원된 것임.

렵다는 문제점이 있다. 또한, 다중 장소에서 보행자의 식별을 위해서는 각 장소에 사용되는 카메라와 조명 조건에 따라 달라질 수 있는 종속적인 요소들을 배제하고, 보행자의 고유 색상을 영상으로부터 추출해 내어야 하는 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 서로 다른 조명환경에서 촬영된 영상에 대하여 조명요소를 제거하기 위한 색보정 처리가 시도되고 있다[5,6].

이에 본 논문에서는 서로 다른 색상의 조명환경에서 촬영된 피사체간 색상 비교를 위하여 조명의 차이를 분석하는 간편한 전처리 절차와 전처리의 결과 획득된 조명차이 정보를 비교 영상에서 배제시키는 효율적인 색 보정 기법을 제안한다. 제안기법은 실행비용이 적은 효율적인 방법으로서 실시간으로 입력되는 카메라영상에 적용하여 처리가 가능하다. 또한, 룩업 테이블을 이용하는 기존 방식들과 같이 제안된 수의 색상만을 처리할 수 있는 제약이 없이 RGB 공간상의 임의의 색상에 대한 보정처리가 가능하다. 제안 기법의 성능을 입증하기 위하여, 본 논문에서는 서로 다른 조명 색상에서 촬영된 두 영상에 대하여, 하나의 영상을 기준 영상으로 선정하고, 다른 하나의 영상에 제안 보정처리를 수행하였다. 보정 전후 영상과 기준 영상과의 가시적인 비교 방법과 히스토그램 비교를 통하여 제안 보정 기법의 성능을 평가하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 색 보정과 관련하여 발표된 기법들의 특징을 살펴보고, 3 장에서 제안 색상 보정 기법에 대한 내용을 설명한다. 4 장에서 서로 다른 조명색상 하에서 촬영된 두 영상에 제안 색 보정 기법을 적용한 결과를 제시하고, 5 장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

색상 정보를 이용하여 다중 카메라에서의 동일 보행인을 식별한 연구[5]에서는 옷 색조의 히스토그램이 광원의 변화에 따라 일정하게 변하는 특징을 관찰하고, 서로 다른 장소에서 촬영된 비교 대상 두 보행자 영역에 대한 색조 히스토그램을 이용한 보정 기법을 적용하였다. [5]의 연구에서는 두 영상의 분석 대상 보행자 영역에 대한 두 히스토그램에 대하여 상관 매트릭스를 구성하고, 한 히스토그램을 다른 히스토그램으로 변환해 주는 상관모델 함수를 정의하였다. [5]의 연구는 보행자의 고유 ID 를 부여하기 위하여 색조의 단계를 24 단계로만 구분하고 있어 상세한 색상 유사도 비교에는 부적절하다.

360 도 객체 VR 영상(Object VR Movie)이나 스테레오 영상 생성을 위하여 동일 목표물을 대상으로 시점 각도를 조금씩 달리하며 여러 대의 카메라를 사용하여 촬영하는 다시점 카메라 시스템의 경우, 카메라 속성이 각기 다르기 때문에 촬영된 영상의 색상 특성이 일관성을 유지하지 못하는 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 다시점 카메라 시스템의 경우에도 영상 색상 보정이 요구된다. [6]의 연구에서는 다시점 카메라 시스템에서의 색상 보정을 위하여 카메라들의 색상 민감성을 추출하기 위하여 명도 기율

기마(gray gradient bar)를 사용하였다. 각 카메라에 대해 분석된 색상 민감도를 기반으로 목표 영상으로 변환을 수행하는 룩업 테이블(look-up table)을 구축하고, 룩업 테이블에 의한 변환을 통하여 색상 보정 작업을 수행하였다. [6]의 연구에서는 256 개 색상 샘플에 대한 룩업 테이블을 구축하여 색상 보정을 수행하였으므로, 256 색상 영상에 대한 보정을 대상으로 하고 있다.

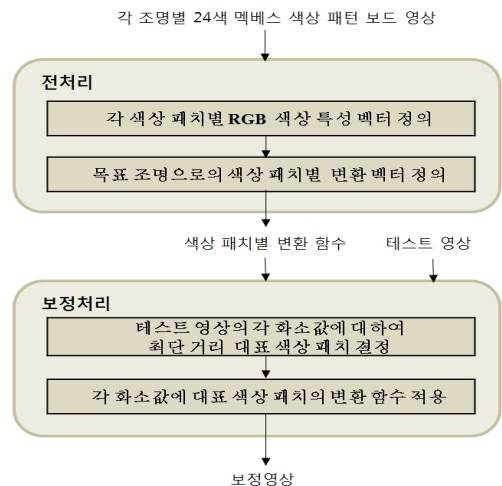
색보정 처리는 유색 스크린에 빔 프로젝터의 영상을 투영할 때, 배경색의 영향을 제거하기 위한 목적으로도 적용되고 있다[7]. [7]의 연구에서는 빔 프로젝터의 배경색의 색도값을 추정하기 위하여, 먼저, 기준이 되는 백색 스크린에 화이트 패치를 디스플레이 한 후, 카메라를 사용해서 영상을 촬영하고, 영상 전체를 평균함으로써 색도값을 추정하였다. 또한, 배경색의 변화에 따른 색도값을 획득하기 위하여 배경색이 있는 스크린에 화이트 패치를 디스플레이 하여 배경색의 변화에 따른 색도값을 획득하고, 원영상에 색도값의 비율을 곱해줌으로써 보정된 RGB 값을 얻었다.

실시간으로 입력되는 카메라 영상에서 촬영된 보행자의 색상 정보를 분석하기 위해서는 처리 효율성이 뛰어나고, 제한 수의 색상에 대한 보정만을 처리하는 제약이 없는 영상 색상 보정 기법이 요구되고 있다.

## 3. 24 개 조명 색상 특성값을 이용한 색상 보정 기법

본 논문에서는 조명색의 색상값을 분석하기 위하여 24 색으로 구성된 맥베스 색상 패턴 보드( Macbeth Color Pattern Board)를 이용하여 조명의 색상 특성벡터를 표현하고, 다른 조명과의 색상 특성벡터의 차이를 통하여, 목표 영상으로의 보정 함수를 정의함으로써, RGB 색상 공간에 존재하는 모든 색상에 대한 색 보정을 가능하게 하는 색상 보정 기법을 제안한다.

제안 기법은 [7]의 연구와 같이 전처리 과정을 통하여 배경 색상값을 사전에 계산하여 이를 반영하는 과정을 거치고 있으나, [7]의 연구에서와 같이 단순 백색 배경만을 고려하지 않고, 24 색의 변화를 분석하여 조명의 색상 특성을 표현한다. 제안 영상 보정 기법의 처리 절차는 그림 1 과 같다.



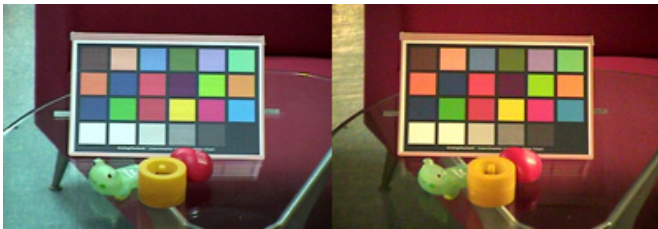
(그림 1) 제안 색상 보정 기법의 처리 절차

### 3.1 보정 전처리

#### 3.1.1 조명 색상 벡터 정의

카메라 프로파일을 제작하기 위해 가장 많이 사용하는 색상 보드는 그레탁 맥베스의 컬러 체커(Gretag Macbeth Color Checker) 시리즈이다. 이 시리즈에는 인간의 시각적 감각에 기본을 두고 제작된 24 개의 패치로 구성된 컬러 체커(Macbeth Color Checker)와 140 개의 반광택 패치로 구성된 컬러 체커 SG 타깃, 디지털 카메라를 위해 237 패치로 제작된 컬러 체커 DC 타깃이 있다. 그 중 본 논문에서는 24 패치 색상을 포함한 색상 패턴 보드를 사용하여, 조명별 색상 특성 벡터를 표현하였다

우선, 각각의 조명 환경 각각에서 24 색 맥베스 색상 패턴 보드 영상을 촬영하고 패치별 RGB 값을 분석한다. 그림 2 는 서로 다른 두 조명 환경에서 촬영된 두 영상을 보여 주고 있다.



(그림 2) 서로 다른 두 조명 환경에서 촬영된 영상

조명 A 에서 촬영된 영상으로부터, 24 색 각각의 색상 패치 영역  $i$  에 대하여 평균 RGB 값  $(R_i, G_i, B_i)$  값을 계산한다. 또한, 조명 B 에서 촬영된 영상에 대해서도 24 색 각각의 색상 패치 영역  $i$  에 대하여 평균 RGB 값  $(R'_i, G'_i, B'_i)$  값을 계산한다. 그림 3 은 조명 A 와 조명 B 의 영상에서 1 번 색상(dark skin) 패치에 대한 RGB 히스토그램과 평균과 표준편차 분석값을 보여주고 있다. 조명 A 를 위한 조명 색상 벡터  $Vec\_A$  와 조명 B 를 위한 조명 색상 벡터  $Vec\_B$  는 각각 아래와 같이 정의 된다.

$$Vec\_A: (R_1, G_1, B_1, R_2, G_2, B_2, \dots, R_{24}, G_{24}, B_{24})$$

$$Vec\_B: (R'_1, G'_1, B'_1, R'_2, G'_2, B'_2, \dots, R'_{24}, G'_{24}, B'_{24})$$

#### 3.1.2 목표 조명 영상으로의 변환 벡터 정의

조명 A 의 영상을 목표 조명으로 하는 경우, 조명 B 의 영상을 위한 목표 조명 영상으로의 변환 벡터는 각각의 색상 패치에 대하여 정의된다. 변환 벡터는 목표 조명의 대응 패치의 평균 RGB 값에서, 조명 B 에 대한 색상 패치의 평균 RGB 값을 감산하여 얻는다. 즉, 조명 B 의 색상패치  $i$  의 변환 벡터  $C_i$  는 다음과 같다.

$$C_i: (R_i - R'_i, G_i - G'_i, B_i - B'_i)$$

조명 B 에서 조명 A 영상으로의 변환 벡터  $C_{A-B}$  는 각 색상패치의 변환 벡터에 의하여 아래와 같이 24 개 색상의 변환벡터에 의하여 정의 된다.

$$C_{A-B}: (C_1, C_2, C_3, C_4, \dots, C_{24})$$

### 3.2 색상 패치별 변환 벡터를 이용한 색상 보정

전처리 단계에서 계산된 조명 B 를 위한 색상 패치별 변환 벡터  $C_i$  를 조명 B 환경에서 촬영된 영상의 각각의 화소값에 반영하여 보정 영상을 획득한다. 즉, 조명 B 환경에서 촬영된 영상의 각각의 화소값을  $(R_{xy}, G_{xy}, B_{xy})$  라 한다면, 우선, 전처리 단계에서 획득된 조명 B 의 각 색상 패치의 평균값들과의 거리를 계산하여 최소 거리의 색상 패치를 선택한다. 즉, 입력 화소값  $(R_{xy}, G_{xy}, B_{xy})$  에 매치되는 색상 패치 인덱스  $i$  는 식 (1)과 같이 결정한다.

$$i = \arg \min_{1 \leq i \leq 24} (\sqrt{(R_{xy} - R'_i)^2 + (G_{xy} - G'_i)^2 + (B_{xy} - B'_i)^2}) \quad (1)$$

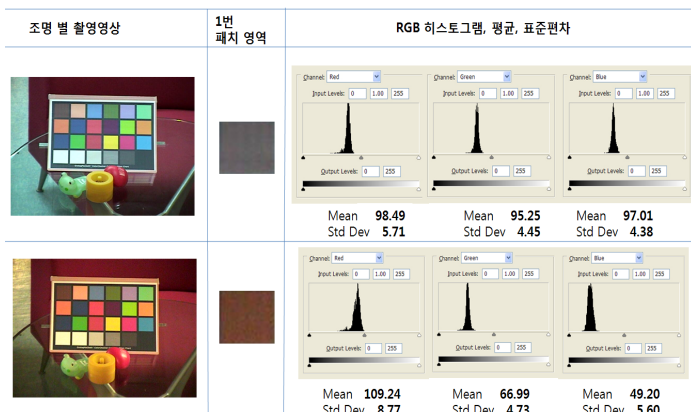
대응되는 색상 패치  $i$  가 결정되면, 입력 화소값  $(R_{xy}, G_{xy}, B_{xy})$  는 패치  $i$  를 위한 변환벡터  $C_i$  를 화소값에 가산하여 보정 색상  $(R'_{xy}, G'_{xy}, B'_{xy})$  를 획득한다. 즉, 보정 색상  $(R'_{xy}, G'_{xy}, B'_{xy})$  은 식 (2)와 같이 계산 된다.

$$(R'_{xy}, G'_{xy}, B'_{xy}) = (R_{xy}, G_{xy}, B_{xy}) + (R_i - R'_i, G_i - G'_i, B_i - B'_i) \quad (2)$$

### 4. 실험 및 결과

서로 다른 조명 조건의 카메라 영상을 실시간으로 분석하기 위해서는 객체를 포함한 영상을 촬영하기 전에, 우선 색상 패턴 보드를 촬영한 영상을 각각의 카메라에서 획득한 후, 3 절에서 설명한 바와 같이 각 색상 패치별 변환벡터를 정의하게 된다.

본 논문에서는 실험 절차를 줄이기 목적으로 맥베스 색상 패턴 보드와 색상 비교 대상 객체를 한번에 한 영상으로 촬영하여 3 절에서 설명한 절차를 수행하였다. 서로 다른 두 가지 조명 조건에서 각 색상 패치가 가려지지 않도록 색상 패턴 보드를 배치하고, 색상 비교를 위한 객체를 색상 패턴 보드 앞에 배치한 영상을 (그림 2) 와 같이 획득하였다.



(그림 3) 1 번 색상 패치 영역에 대한 RGB 히스토그램

표 1의 길은 파란색의 셀은 조명 B에서 조명 A로 변환하기 위하여 계산한 각 색상패치별 RGB 색상의 차이값  $C_i$ 을 보여주고 있다.

표 1. 각 색상 패치별 변환벡터  $C_i$  측정값

순서	색상명	목표(Target) 영상 - 대조(Reference) 영상					
		A - B					
		R		G		B	
Patch #	Patch Color	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
01	dark skin	-10.75	-3.06	28.26	-0.28	47.81	-1.22
02	light skin	-33.70	-1.33	27.98	-0.69	62.16	-2.07
03	blue sky	-7.70	-0.51	41.20	1.75	89.78	2.90
04	foliage	-15.73	-0.56	29.17	-0.10	48.28	-2.12
05	blue flower	-30.99	-2.81	37.52	0.29	80.74	0.87
06	bluish green	-14.77	-1.00	32.17	-0.64	80.80	-2.97
07	orange	-33.73	-2.44	23.71	-1.58	38.86	-1.80
08	purplish blue	5.22	-0.96	35.69	0.21	77.07	1.03
09	moderate red	-38.93	-4.52	20.94	-2.11	39.68	-3.50
10	purple	-8.95	-2.17	25.33	-1.28	51.19	-0.79
11	yellow green	-24.05	-5.24	21.96	-3.99	52.78	-3.74
12	orange yellow	-34.26	-0.72	17.94	-1.38	31.81	-1.96
13	blue	5.25	-1.68	36.55	-0.48	73.60	0.88
14	green	-8.60	-1.63	30.96	-2.67	57.68	-1.09
15	red	-37.78	-4.42	22.19	-1.45	38.55	-2.68
16	yellow	-24.83	-4.18	19.81	-5.64	43.38	-3.71
17	magenta	-39.05	-4.74	21.68	-1.41	43.71	-1.60
18	cyan	-1.52	0.56	40.43	-0.92	85.87	1.10
19	white (.05)	-29.73	-5.67	-30.33	-10.89	70.46	-4.36
20	neutral 8 (.23)	-23.79	17.14	-22.65	15.34	29.77	13.70
21	neutral 6.5 (.44)	-26.72	-8.14	33.99	-6.00	81.08	-2.52
22	neutral 5 (.70)	-16.19	-4.11	36.94	-2.35	71.45	-0.49
23	neutral 3.5 (1.05)	-3.53	-2.67	32.98	-1.41	54.60	-2.14
24	black (1.50)	2.46	-1.63	27.22	-1.17	45.46	-1.59
AVERAGE		-18.85	-1.94	24.65	-1.20	58.19	-0.83

그림 4는 색상 비교 대상 객체인 개구리 인형과 노란색 클립통, 붉은 색 하트볼 영역의 보정 전후 색상을 비교하고 있다. 보정 전 조명 A 영상의 객체와 조명 B 영상의 객체간에 큰 색상 차이를 보임을 확인할 수 있고, 보정 결과 영상은 조명 A 영상의 색상과 흡사하게 조정 됨을 확인할 수 있다. 표 2는 초록색 개구리 영역에 대하여 보정 전후의 RGB 평균값을 비교하고 있다. RGB 평균값도 보정 후 영상이 조명 A의 영상과 유사해 짐을 확인할 수 있다.



(그림 4) 색상 보정 결과

표 2. 초록 개구리 인형의 보정 전후 색상 비교

	Red		Green		Blue	
	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
조명 A 영상	120.59	33.77	192.25	38.45	135.55	45.41
조명 B 영상	138.34	34.21	163.71	35.89	78.94	30.12
조명 B 영상의 보정영상	123.48	31.51	194.69	36.95	144.69	43.38

5. 결론

본 논문에서는 서로 다른 조명 영상들에서 비교 대상 객체들의 색상을 비교 분석하기 위하여, 조명 차이 요소를 제거하고, 입력영상을 목표 조명영상으로 변환하기 위한 색 보정 기법을 제안하였다. 제안 기법을 적용하여 서로 다른 조명 영상에서 촬영한 피사체의 색상을 비교한 결과, 보정후 매치되는 피사체의 색상 유사도 높게 관찰되었다. 이는 서로 다른 조명 환경에서 촬영된 동일 객체를 자동으로 판별하기 위하여 색상특성을 고려하는 경우, 조명 조건을 제거하고 피사체 고유의 색상 특성을 비교할 수 있으므로 색상유사도에 의한 동일 객체 판별 성공률을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

향후 연구로서, 본 논문의 제안 기술을 서로 다른 카메라에 의해 관찰되는 보행자의 동일인 여부를 판별하는 실험에 적용하여 그 효율성 및 성능을 관찰하고자 한다.

참고문헌

- [1] Yoo-Joo Choi, Nam-Mee Moon, "Color Similarity Definition based on Quantized Color Histogram for Clothing Identification", Proc. of International Workshop on Advanced Image Technology, 2009. 1.
- [2] P.J. Phillips, P.J. Flynn, T. Scruggs, K.W. Bowyer, Jin Chang, K. Hoffman, J. Marques, Jaesik Min, W. Worek, "Overview of the face recognition grand challenge", Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 1, pp. 947-954, 2005.
- [3] John Daugman, "New Methods in Iris Recognition", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics, Vol. 37, No. 5, 2007. 10.
- [4] Julian Firrez-Aguilar, Yi Chen, Javier Ortega-Garcia, Anil K. Jain, "Incorporating Image Quality in Multi-Algorithm Fingerprint Verification", LNCS Vol 3832, pp. 213-220, 2005.
- [5] 이승철, 이귀상, "색상 보정을 이용한 다중 카메라에서의 동일 식별자 생성 방법", 전자통신기술연구회 논문지 제 8 권 1 호, pp. 5-15, 2005. 1.
- [6] Jae-Il Jung, Yo-Sung Ho, "Color Correction Method using Gray Gradient Bar for Multi-View Camera System", Proc. of International Workshop on Advanced Image Technology, 2009. 1.
- [7] 손창환, 이철희, 하영호, "유색 스크린에 투영된 빔 프로젝터 영상의 색 보정", 전자공학회 논문지 제 44 권 SP 편 제 4 호, pp. 35 - 43, 2007. 7.