원격조정 가능한 웹카메라의 이동거리 최소화를 위한 이차원 스케줄링에 관한 연구

A Study on the Two-Dimensional Scheduling for Minimization of Moving Distance on the Remote Controllable Web-Camera

조 수 영* 송 명 남* 김 영 신* 황 준**
Soo Young Cho Myung Nam Song Young Sin Kim Hwang Jun

요 약

인터넷 실시간 방송 시스템 중에서 특히 각광을 받고 있는 카메라 원격조정이 가능한 웹 카메라의 경우 다수의 클라이언트가 웹 카메라의 서버에 접속하여 서비스를 요구하므로 스케줄링 기법이 중요시된다. 그러나 기존의 FIFO(First In First Out) 또는 SDF(Shortest Distance First) 스케줄링 기법을 사용할 경우 서비스 요구에 따른 카메라 이동거리의 최소화와 사용자에 대한 공정성 유지측면은 모두 만족하지 못했다. 본 연구에서 제시하고 있는 2D(2-Dimensional)스케줄링기법을 사용할 경우 FIFO) 스케줄링 기법에 비해 카메라의 이동거리가 크게 줄어들었으며, SDF 스케줄링에 비하여 특정 Request의 기아현상이 발생하지 않았다. 따라서 2D스케줄링 기법을 원격 조정 가능한 웹 카메라 시스템에 도입 할 경우, 사용자의 서비스 요구에 따른 카메라 이동 거리의 최소화와 사용자에 대한 공정성을 동시에 만족시켜 주므로, 사용자에 대한 요구 만족도와 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.

Abstract

In case of the remote controllable web-camera that was took notice especially in internet real-time broadcasting systems, a great many clients connect the server of web-camera to request the service. So, the scheduling methods are important. Web-camera systems have used to the traditional FIFO(First In First Out) or SDF(Shortest Distance First) scheduling method. But they does not satisfy both the minimization of moving distance on the web-camera and the fairness on the users. In this paper, We propose the 2D scheduling method. As a result, the moving distance of the web-camera decreases compared with FIFO scheduling method. And the starvation state on the user's request does not happen compared with SDF scheduling method. Thus, if the remote controllable web-camera systems use the 2D scheduling method, they are satisfied with the minimization of moving distance on the remote controllable web-camera and the fairness on the users simultaneously. Therefore the user's satisfaction and the performance of the systems are improved.

1. 서 론

최근 인터넷과 같은 컴퓨터 네트워크 기술이 발전함에 따라서 음성, 영상 등을 실시간으로 전송해 주는 시스템들의 보급이 늘고 있다. 그 중에서도 인터넷 생방송 시스템은 교통, 보안, 기상, 교육 시설, 행사, 관광 서비스 등의 다양한 분야에 있어 실시간 중계용으로 많이 사용되고 있다. 웹 상에서 카메라를 이용한 실시간 방송 시스템의 경우 기존에는 사용자가 원하는 위치로 카메라를 원격 조정하는 일은 불가능하였다. 즉, 클라이언트는 자신이 원하는 영역을 볼 수 있는 능동적인 입장이 아닌, 단순히 고정된 카메라의 영상을 보아야하는 수동적인 입장이었다. 그 후 사용자의 카메라 원격조정이 가능한 웹 카메라가 개

* 학생회원 : 서울여자대학교 컴퓨터학과
sycho@cs.swu.ac.kr mnsong@cs.swu.ac.kr
yskim@cs.swu.ac.kr
** 종신회원 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 교수
hjun@swu.ac.kr

발되면서 각광을 받게 되었다. 이러한 시스템의 경우 다수의 클라이언트가 웹 카메라의 서버에 접속하여 서비스를 요구하게 된다.

사용자의 서비스 요구에 대한 스케줄링기법으로 대부분의 시스템에서 사용되고 있는 FIFO(First In First Out)스케줄링 기법을 도입할 경우 대기열 규칙에 따라 서비스를 제공하므로 사용자에 대한 공정성은 유지해주지만 카메라의 이동 거리 및 속도 면에서 효율성이 떨어지게 된다. 또한, 사용자의 서비스 요구에 대한 카메라의 이동거리만을 고려하여 SDF(Shortest Distance First)스케줄링 기법을 도입할 경우에는 카메라 이동거리의 최소화는 보장되지만 사용자에 대한 공정성이 떨어지는 문제점이 있다.

본 논문에서는 웹 카메라 시스템에서 사용자가 요청한 위치 정보에 대한 카메라의 이동거리를 최소화시키면서 사용자에 대한 공정성을 유지해주는 2D (2-Dimensional)스케줄링 기법을 제안함으로써 사용자의 요구 만족도를 높이고 시스템의 성능을 향상시키고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 FIFO 스케줄링

FIFO(First In First Out)스케줄링 기법은 비선점 스케줄링 정책에 근거한 스케줄링 기법으로 대기큐에 들어온 순서에 따라 실행되는 방식이다. 이 기법은 중요하지 않은 작업이 중요한 작업을 기다리게 할 수도 있으므로 대화식 시스템에는 부적합하다.

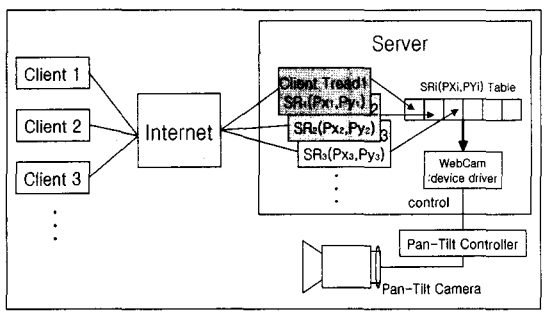
2.2 SDF 스케줄링

SDF(Shortest Distance First)스케줄링은 프로그램의 서비스를 받기 위해 대기하고 있는 요구(request)들 중에서 어느 요구를 먼저 처리할 것인가를 결정하는 방식중의 하나이며, 대부분의 일차원적인 스케줄링과는 달리 본 논문의 웹 카메라 이동과 같은 경우에 사용된다. 이는 서비스 요구의 X좌표와 Y좌표가 있을 때 현재의 좌표에서 거리가 가장 가까운 순서대로 처리해주는 방식이다.

SDF 스케줄링 기법은 서비스에 따른 이동거리가 최소화되므로 효율적인 면도 있으나, 서비스 요구가 한 영역에 집중되어 있을 경우 특정 Request의 기아(Starvation) 현상이 나타나게 되며, 작업 처리량이 많아지는 단점이 있다.

2.3 원격조정 가능한 웹 카메라 클라이언트/서버 시스템

컴퓨터 시스템의 성능향상과 함께 고속망 서비스가 가능해지면서 감시용으로 사용되기 시작했던 카메라 관련 기술들이 영상 서비스로부터 인터넷 실시간 방송 서비스를 하는 수준으로까지 발달되었다. 그 중에서 웹 상에서 사용자가 원거리에 있는 카메라를 능동적으로 조정할 수 있는 시스템은 크게 클라이언트와 서버로 구성되어 있다. 서버는 Pan-Tilt가 부착된 카메라로부터 영상을 받아 스트리밍 서비스를 해주며, 클라이언트는 서버로부터 스트림을 받아 재가공하고 사용자의 명령을 서버에 전달하게 된다. 서버의 중요한 기능중의 하나는 수많은 사용자의 카메라 조정 요구에 대해 어떻게 효율적인 서비스 순서를 정할 것인가 하는 점이다. 사용자의 원격조정이 가능한 웹 카메라 클라이언트/서버 시스템의 동작 흐름은 그림 1과 같다.



(그림 1) 웹카메라 클라이언트/서버 시스템의 동작 흐름

위의 그림 1과 같은 시스템 흐름도에서 사용자가 웹 카메라 서버에 접속하면 각각의 쓰레드가 생성되며, 그 안에 있는 SRi는 i번째의 서비스 요구(Service Request)를 의미한다. PXi, PYi는 SRi의 X좌표값 · Y좌표값이며, PXi · PYi가 위치정보 테이블인 SRi(PXi, PYi)Table에 저장되어 스케줄링 방식에 따라 서비스 순서가 정해진다.

이러한 시스템에서 대부분의 경우처럼 FIFO (First In First Out)스케줄링 방식을 사용할 경우 사용자가 서비스를 요구한 곳의 위치정보가 SRi (PXi, PYi)테이블에 차례로 저장되고, 웹 카메라 디바이스 드라이버에 의해 저장된 순서에 따라 카메라가 이동된다. 클라이언트들은 카메라 이동에 따른 영상을 스트림으로 받아서 웹을 통해 볼 수 있게 된다.

2.4 원격조정 가능한 웹 카메라에 관련된 스케줄링 문제

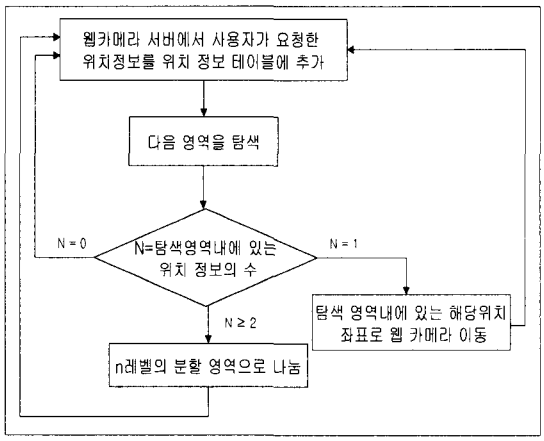
인터넷 실시간 방송 시스템에서 고정된 카메라가 주로 사용되는, 즉 클라이언트가 항상 수동적인 입장에 처해 있었던 형태와는 다르게 카메라 원격조정이 가능한 웹 카메라 서비스는 기존의 방식들의 공간적, 시간적 제약성을 탈피하고 클라이언트들로 하여금 능동적인 서비스를 받을 수 있게 해준다.

원격 조정 가능한 웹 카메라 시스템의 목적은 물론 사용자들에게 질적인 서비스를 제공하기 위하여 이탈자들의 수를 줄이고 카메라의 이동거리를 최소화함과 더불어 사용자의 초기 지연시간을 단축시켜, 공정하고 효율적인 시스템이 되도록 하는 것이다. 현재까지 대부분의 시스템이 FIFO 스케줄링 방식을 사용해서 간단하면서도 클라이언트들에게 공정한 서비스를 제공하였으나, 인터넷 사용이 기하 급수적으로 증가함에 따라 접속자의 서비스 요구 또한 크게 늘게 된다. 이때 빈번하게 움직이는 카메라의 이동거리를 고려하여 SDF 스케줄링 방식을 사용한다면 FIFO 방식보다는 카메라의 총 이동거리 면에서는 효율적이나 사용자에 대한 공정성이 떨어지는 문제점이 있다. 따라서 사용자의 서비스 요구에 따른 스케줄링 문제가 대두되고 있는데, 본 논문에서는 이러한 기존의 문제점을 보완 할 수 있는 새로운 스케줄링 기법을 설계하고 구현하고자 한다.

3. 2D 스케줄링 알고리즘

본 연구에서 제안하고 있는 2D(2-Dimensional) 스케줄링 기법의 경우, 웹 카메라의 서버에서 사용자의 요구가 있을 때마다 위치정보 테이블에 요청한 좌표인 SRi(PXi, PYi)를 추가시킨다. 사용자의 원격조정이 가능한 영역 내에서 서비스를 요구하는 좌표수가 2개 이상일 경우 4개의 분할 영역으로 나누고 1레벨의 분할 영역이라 한다. n레벨의 하나의 분할 영역에 2개 이상의 서비스 요청 좌표가 존재하는 경우에는 n레벨의 분할 영역을 다시 4개의 분할 영역으로 나누고, n+1레벨의 분할 영역이라 칭한다. n+1레벨의 분할영역에서의 서비스 순서는 시계방향이며, 서비스 완료 후에는 n레벨의 서비스 순서대로 계속 진행한다. 각 레벨의 영역 내에서 사용자의 서비스 요구가 1개가 될 때까지 계속 분할한 후, 1 개가 되면 카메라를 그 좌표로 이동시킨다.

본 연구의 2D(2-Dimensional)스케줄링 알고리즘의 흐름도는 아래 그림 2와 같다.



(그림 2) 2D(2-Dimensional)스케줄링 알고리즘의 흐름도

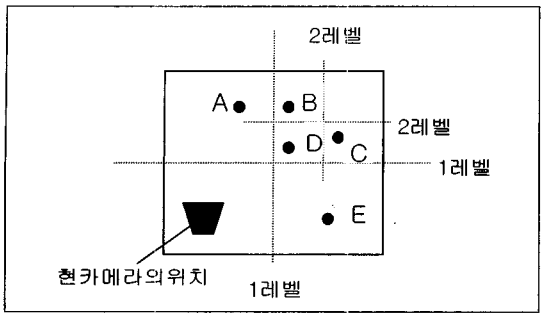


그림 3 2레벨 분할 영역 탐색

웹 카메라 서버에서 사용자가 요청한 위치 정보를 위치 정보 테이블에 추가한 후에는 앞서 설명했던 대로 n레벨의 시계 방향 순서대로 다음 영역을 탐색한다. 그 다음 탐색 영역 내에 있는 서비스 요구의 위치 정보수인 N값을 찾아서, N이 0일 경우에는 위치 정보 테이블을 갱신시키고 다시 다음 영역을 탐색하며 1개 이상일 경우는 탐색 영역 내에 있는 해당 위치 좌표로 웹 카메라를 이동한다. 또한 N의 값이 2개 이상일 경우에는 다음 레벨의 분할 영역으로 나누고, 다시 위치 정보 테이블을 갱신시킨 후 다음 영역을 탐색한다. 위의 알고리즘이 실행되는 예는 다음 그림 3과 같다. 원격 조정 가능한 영역을 4개의 분할 영역으로 나누면, 제 1레벨의 분할 영역이라 하고 이 영역 내에서 각 좌표의 서비스 순서는 시계방향이다.

2레벨 분할 영역 탐색의 경우 그림 3과 같이 현 카메라 위치에서 1레벨 분할영역 탐색에서 시계 방향으로 가장 가까운 점A가 서비스된 후, 다음 영역의 서비스 요구 좌표의 개수를 확인하여 2개 이상일 경우 2레벨의 분할 영역으로 나눈다. 그 다음 2레벨의 B점이 속해있는 분할영역의 B점으로 이동하며 이후 시계 방향으로 C, D를 서비스한 후 1레벨의 분할 영역의 다음 서비스 좌표인 E점으로 이동한다.

일단 지나간 분할 영역은 동등 레벨의 영역이 모든 서비스된 후 다시 자신이 서비스 받을 자격이 될 때까지 서비스하지 않는다. 예를 들어 그림 3에서 C점을 서비스 중 이미 서비스가 완료된 B점이 속한 2레벨 분할 영역에 또 다른 서비스 요청이 들어올 경우 이 서비스는 D, E점을 포함한 모든 1레벨 분할 영역 서비스가 완료된 후 자신의 서비스 순서가 다시 올 때까지 서비스되지 않는다.

4. 2D(2-Dimensional)스케줄링

2D 스케줄링 기법 에서는 Partition( ) · NOI(A) · NSearch( ), 이 세가지 Function이 주된 함수로 사용된다.

4.1 Partition( ) 설계

분할 함수인 Partition( )은 다음과 같은 가정이 전제된다. 먼저 A를 사용자가 원격조정이 가능한 영역이라고 가정하면 XL(A), YL(A), XU(A), YU(A)를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

XL(A) : X coordinate of Lower Bound in Area A
YL(A) : Y coordinate of Lower Bound in Area A
XU(A) : X coordinate of Upper Bound in Area A
YU(A) : Y coordinate of Upper Bound in Area A

영역A를 분할하여 A_{11}, A_{12}, A_{21}, A_{22} 네 개의 영역으로 분할 할 경우, 각 영역내의 XL, YL, XU, YU 좌표값을 구하는 식은 아래와 같다.

$$XL(A_{11})=XL(A)$$
$$YL(A_{11})=\{YL(A)+ YU(A)\}/2$$
$$XU(A_{11})=\{XL(A)+XU(A)\}/2$$
$$YU(A_{11})=YU(A)$$

$$XL(A_{12})=\{XL(A)+XU(A)\}/2$$
$$YL(A_{12})=\{YL(A)+YU(A)\}/2$$
$$XU(A_{12})=XU(A)$$
$$YU(A_{12})=YU(A)$$

$$XL(A_{21})=XL(A)$$
$$YL(A_{21})=\{YL(A)+ YU(A)\}/2$$
$$XU(A_{21})=\{XL(A)+XU(A)\}/2$$
$$YU(A_{21})=YU(A)$$

$$XL(A_{22})=\{XL(A)+XU(A)\}/2$$
$$YL(A_{22})=YL(A)$$
$$XU(A_{22})=XU(A)$$
$$YU(A_{22})=\{YL(A)+YU(A)\}/2$$

위의 가정에서 Partition( ) Function은 다음과 같이 정의 할 수 있다.

Partition ((XL(A),YL(A),(XU(A),YU(A)) =
$\{A_{11}, A_{12}, A_{21}, A_{22}\}$

4.2 NOI(A) 설계

NOI(A)는 영역A내에 있는 좌표값의 수를 나타내는 Function으로써 다음과 같이 정의할 수 있다.

NOI(A) = Number of SRi(PXi, PYi)
(for all PXi, PYi if XL(A) < PXi <XU(A)
and YL(A) < PYi <YU(A))

4.3 NSearch( ) 설계

NSearch( )는 다음 영역을 찾는 Function으로써 n레벨에서 n+1레벨로 분할하여 시계방향의 순서대로 탐색하여 n+1레벨의 서비스가 끝나면 n레벨로 되돌아오게 되는 함수이다.

5. 성능평가

본 연구에서 제시하고 있는 2D 스케줄링 기법과 기존의 FIFO(First In First Out)스케줄링, SDF (Shortest Distance First) 스케줄링 기법을 비교 분석하기 위해 아래와 같이 실험하였다. 사용자가 요청한 위치 정보 테이블에서 좌표값을 XL(A)=1, YL(A)=1, XU(A)=99, YU(A)=99로 한정하고, 20개씩 5회에 걸쳐 랜덤하게 추출하였다. FIFO 스케줄링의 경우에는 서비스 요구 순서대로 카메라의 이동경로가 정해지며, SDF 스케줄링은 카메라의 이동거리를 최소화하는 방법으로 이동경로가 정해진다. 스케줄링 기법에 따른 카메라의 총 이동거리를 구하여 비교해보는 실험을 위하여 SRi (PXi, PYi), Dn(FIFO), Dn(SDF), Dn(2D)를 다음과 같이 정의 한다.

SRi(PXi, PYi) : i번째 서비스 요구의 X좌표 · Y 좌표값.
Dn(FIFO) : FIFO스케줄링에서 n번까지의 서비스 요구에따른 카메라의 총 이동거리
Dn(SDF) : SDF 스케줄링에서 n번까지의 서비스 요구에서 카메라의 총 이동거리
Dn(2D) : 본연구의 2D 스케줄링에서 n번까지의 서비스 요구에서 카메라의 총 이동거리

FIFO, SDF, 2D 스케줄링 방식을 적용하여 5회에 걸쳐 실험한 결과 서비스 요구에 따른 카메라의 총 이동거리값과 평균값은 아래 표 1과 같다. 아래의 실험에 의해 5회까지 서비스요구에 따른 카메라의 총 이동거리가 SDF 스케줄링의 경우 가장적고, 그 다음 본 연구의 2D 스케줄링의 경우, FIFO 스케줄링의 경우 순으로 이동거리가 증가했다.

(표 1) FIFO · SDF · 2D 스케줄링에 의한 카메라의 총 이동거리 및 평균값

이동거리 / 횟수	Dn (FIFO)	Dn (SDF)	Dn (2D)
1	1079.36	375.95	470.91
2	1001.25	473.67	528.89
3	805.32	331.34	413.26
4	951.96	368.06	489.31
5	904.59	434.40	694.48
평균값	948.50	396.69	519.37

SDF 스케줄링이 이동거리 측면에서는 가장 효율적이나 사용자의 서비스 요구가 영역의 한 부분에 집중될 경우 사용자에 대한 공정성이 매우 떨어지며 무한대기 현상이 일어나게 된다. FIFO 스케줄링의 경우 사용자에 대한 공정성은 우수하나 이동거리가 커진다.

이에 비해 본 연구에서 제시한 2D 스케줄링 기법의 경우 사용자에 대한 공정성을 유지해주며, 동시에 사용자의 서비스 요구에 대한 카메라의 총 이동거리 측면에서도 효율적임을 알 수 있다.

6. 결 론

인터넷 실시간 방송 시스템 중에서 특히 각광을 받고 있는 카메라 원격조정이 가능한 웹 카메라의 경우 다수의 클라이언트가 웹 카메라의 서버에 접속하여 서비스를 요구하므로 스케줄링 기법이 중요시된다. 그러나 기존의 FIFO 또는 SDF 스케줄링 기법을 사용할 경우 서비스 요구에 따른 카메라 이동거리의 최소화와 사용자에 대한 공정성 유지측면은 모두 만족하지 못했다.

본 연구에서 제시하고 있는 2D 스케줄링기법을 사용할 경우 FIFO 스케줄링 기법에 의해 카메라의 이동거리가 평균적으로 45.24% 줄어들었으며, SDF 스케줄링에 비하여 특정 Request의 기아현상이 발생하지 않았다. 따라서 2D(스케줄링 기법을 원격 조정 가능한 웹 카메라 시스템에 도입할 경우, 사용자의 서비스 요구에 따른 카메라 이동 거리의 최소화와 사용자에 대한 공정성을 동시에 만족시켜 주므로, 사용자에 대한 요구 만족도와 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.

참 고 문 헌

[1] Andrew S.Tanenbaum, Albert S,Woodhull, "Operating Systems-Design and Implementation", Prentice Hall International, 1997

[2] Avi Silberschatz, Peter Galvin, Greg Gagne, "Applied Operating SystemConcepts, First Edition", WILEY, 2000.

[3] A.Silberschatz, James L.Peterson, Peter B.Galvin, "Operation System Concepts, THIRD EDITION", Addison-Wesley Publishing Company, 1991.

[4] 송명남, 황 준, "웹-카메라 클라이언트/서버 시스템 설계 및 구현", 한국인터넷정보학회 학술 발표지, 6. 2000.

[5] Cay S.Horstmann, Gray Cornell, "Core JAVA", Sun Microsystems, 1998.

[6] 한금희, 김종훈, 원우헌, "주문형 비디오 시스템에서의 요구 스케줄링 기법에 관한 고찰", 병렬처리시스템 학술발표회 논문집, 9권 3호, 1998.

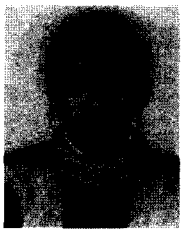
[7] Sun Microsystems, http://www.javasoft.com/.

◐ 저 자 소 개 ◑

황 준
1985년 중앙대학교 전자계산학과 졸업
1991년 동 대학원 전자계산학과 이학
석사와 공학박사 학위 취득
현재 서울여자대학교 컴퓨터학부 컴퓨터학 교수
관심분야 : Distributed Operating System, 컴퓨터 네트워크, 실시간 시스템.

조 수 영
1998년 서울여자대학교 수학과 졸업
현재 동 대학원 컴퓨터학과 재학중
관심분야 : 실시간 시스템, 분산 시스템, 객체지향 언어.

송 명 남
1998년 서울여자대학교 수학과 (학사)
2001년 동 대학원 컴퓨터학과 (석사)
현재 (주)XTM 근무
관심분야 : Distribute Operating System, Object-Oriented Language



김 영 신
1999년 서울여자대학교 컴퓨터학과(학사)
현재 동 대학원 컴퓨터학과 재학중
관심분야 : 병행처리, 네트워크 보안