



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0034189
(43) 공개일자 2021년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 11/34 (2006.01) G06F 9/48 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G06F 11/3419 (2013.01)
G06F 11/3414 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0115792
(22) 출원일자 2019년09월20일
심사청구일자 2019년09월20일

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
백형부
인천광역시 연수구 아카데미로 119 인천대학교 7
호관(정보기술대학) 431호
(74) 대리인
김효성

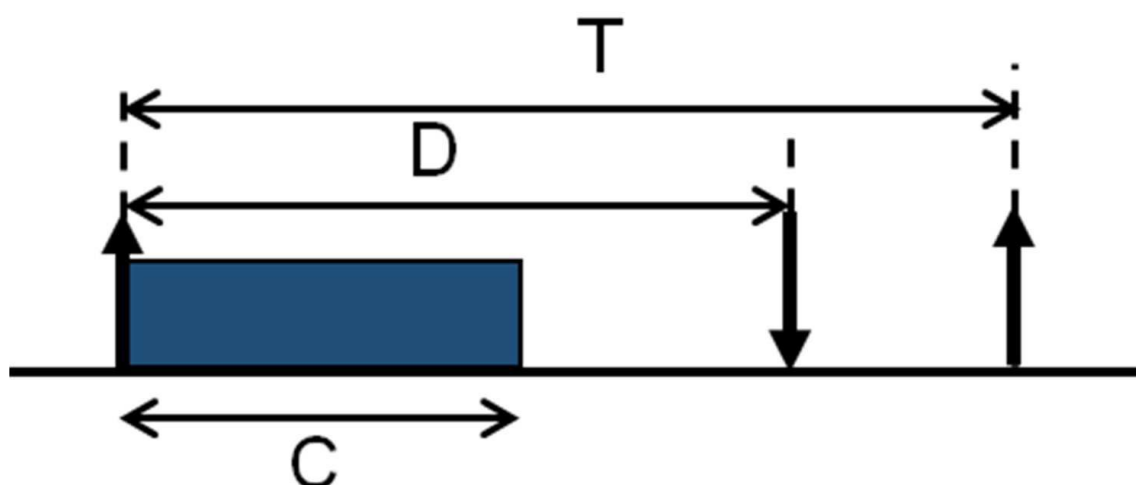
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 실시간 시스템을 위한 실시간성 분석 장치 및 그 동작 방법

(57) 요약

실시간 시스템을 위한 실시간성 분석 장치 및 그 동작 방법이 개시된다. 본 발명은 제한된 개수의 프로세서를 갖는 실시간 시스템에서 특정 개수의 작업들이 존재한다고 하였을 때, 해당 작업들에 대해 작업 수행이 가능한지 여부에 대한 실시간성을 사전에 검증할 수 있도록 지원하는 분석 기법을 제시할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06F 11/3428 (2013.01)

G06F 9/4818 (2013.01)

G06F 9/485 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

m (m 은 2이상의 자연수)개의 프로세서들을 갖는 실시간 시스템에서 n (n 은 m 보다 큰 자연수)개의 작업들 - 상기 n 개의 작업들 각각에는 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한 주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)이 설정되어 있음 - 에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정할 수 있는 실시간성 분석 장치에 있어서,

상기 n 개의 작업들 중 상기 실시간 시스템에서의 작업 수행 우선순위가 최하인 제1 작업을 확인하는 작업 확인부;

상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 제한 시간을 확인하는 제한 시간 확인부;

상기 n 개의 작업들 중 상기 제1 작업을 제외한 $n-1$ 개의 작업들 각각에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간 - 상기 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 $n-1$ 개의 작업들 각각을 상기 제1 제한 시간 내에서 수행시켰을 때, 상기 $n-1$ 개의 작업들 각각이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행될 수 있는 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함 - 을 연산하는 최대 작업 가능 수행 시간 연산부; 및

상기 $n-1$ 개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 n 개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정하는 실시간성 판정부

를 포함하는 실시간성 분석 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 실시간성 판정부는

상기 $n-1$ 개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간을 기초로 하기의 수학식 1의 연산에 따라 작업 할당 스케줄링의 가능여부를 판정하기 위한 판정 기준치를 연산한 후 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간 이하인 것으로 판단되는 경우, 상기 n 개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한 것으로 판정하는 실시간성 분석 장치.

[수학식 1]

$$R = C_k + \left\lfloor \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} I_i \right\rfloor$$

여기서, R 은 상기 판정 기준치로, C_k 는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간, I_i 은 상기 $n-1$ 개의 작업들에서 i 번째 작업의 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 최대 작업 가능 수행 시간 연산부는

하기의 수학식 2에 기초하여 상기 $n-1$ 개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 연산하는 실시간성 분석 장치.

[수학식 2]

$$I_i = N_i(D_k) \cdot C_i + \min(C_i, D_k + D_i - C_i - N_i(D_k) \cdot T_i) \\ \text{○] 때, } N_i(D_k) = \left\lfloor \frac{D_k + D_i - C_i}{T_i} \right\rfloor$$

여기서, I_i 는 상기 n-1개의 작업들 중 i번째 작업에 대한 최대 작업 가능 수행 시간으로, D_k 는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 제한 시간, C_i 는 상기 n-1개의 작업들 중 i번째 작업에 대해 설정되어 있는 작업 수행 시간, D_i 는 상기 n-1개의 작업들 중 i번째 작업에 대해 설정되어 있는 제한 시간, T_i 는 상기 n-1개의 작업들 중 i번째 작업에 대해 설정되어 있는 작업 수행 주기를 의미함.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 실시간성 판정부는

상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간을 초과하는 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정하는 실시간성 분석 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정된 경우, 작업들의 개수를 줄일 것을 지시하는 안내 메시지를 출력하는 안내 메시지 출력부

를 더 포함하는 실시간성 분석 장치.

청구항 6

m(m은 2이상의 자연수)개의 프로세서들을 갖는 실시간 시스템에서 n(n은 m보다 큰 자연수)개의 작업들 - 상기 n개의 작업들 각각에는 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한 주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)이 설정되어 있음 - 에 대해 작업 복제 기법 - 상기 작업 복제 기법은 상기 n개의 작업들 각각에 대한 복제 작업을 생성하여 상기 n개의 작업들 각각에 대한 원본 작업과 복제 작업을 상기 n개의 작업들 각각에 대해 설정되어 있는 제한 시간 내에서 서로 다른 프로세서를 통해 병렬적으로 수행하는 기법임 - 에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정할 수 있는 실시간성 분석 장치에 있어서,

상기 n개의 작업들 중 상기 실시간 시스템에서의 작업 수행 우선순위가 최하인 제1 작업을 확인하는 작업 확인부;

상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 제한 시간을 확인하는 제한 시간 확인부;

상기 n개의 작업들 각각에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간 - 상기 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 n개의 작업들 각각을 상기 제1 제한 시간 내에서 수행시켰을 때, 상기 n개의 작업들 각각이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행될 수 있는 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함 - 을 연산하는 최대 작업 가능 수행 시간 연산부; 및

상기 n개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정하는 실시간성 판정부

를 포함하는 실시간성 분석 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 실시간성 판정부는

상기 n개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간을 기초로 하기의 수학식 3의 연산에 따라 작업 할당 스케줄링의 가능여부를 판정하기 위한 판정 기준치를 연산한 후 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간 이하인 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한 것으로 판정하는 실시간성 분석 장치.

[수학식 3]

$$R = C_k + \left\lfloor \frac{1}{m} \cdot \left(\sum_{i=1}^{n-1} 2I_i + I_k \right) \right\rfloor$$

여기서, R은 상기 판정 기준치로, C_k는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간, I_i은 상기 n개의 작업들 중 상기 제1 작업을 제외한 n-1개의 작업들에서 i번째 작업의 최대 작업 가능 수행 시간, I_k는 상기 제1 작업에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 최대 작업 가능 수행 시간 연산부는

하기의 수학식 4에 기초하여 상기 n개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 연산하는 실시간성 분석 장치.

[수학식 4]

$$I_t = N_t(D_k) \cdot C_t + \min(C_t, D_k + D_t - C_t - N_t(D_k) \cdot T_t)$$

$$\text{이 때, } N_t(D_k) = \left\lfloor \frac{D_k + D_t - C_t}{T_t} \right\rfloor$$

여기서, I_t은 상기 n개의 작업들 중 t번째 작업에 대한 최대 작업 가능 수행 시간으로, D_k는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 제한 시간, C_t은 상기 n개의 작업들 중 t번째 작업에 대해 설정되어 있는 작업 수행 시간, D_t은 상기 n개의 작업들 중 t번째 작업에 대해 설정되어 있는 제한 시간, T_t은 상기 n개의 작업들 중 t번째 작업에 대해 설정되어 있는 작업 수행 주기를 의미함.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 실시간성 판정부는

상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간을 초과하는 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정하는 실시간성 분석 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정된 경우, 작업들의 개수를 줄일 것을 지시하는 안내 메시지를 출력하는 안내 메시지 출력부

를 더 포함하는 실시간성 분석 장치.

청구항 11

m(m은 2이상의 자연수)개의 프로세서들을 갖는 실시간 시스템에서 n(n은 m보다 큰 자연수)개의 작업들 - 상기 n개의 작업들 각각에는 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한

주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)이 설정되어 있음 - 에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정할 수 있는 실시간성 분석 장치의 동작 방법에 있어서,

상기 n개의 작업들 중 상기 실시간 시스템에서의 작업 수행 우선순위가 최하인 제1 작업을 확인하는 단계;

상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 제한 시간을 확인하는 단계;

상기 n개의 작업들 중 상기 제1 작업을 제외한 n-1개의 작업들 각각에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간 - 상기 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 n-1개의 작업들 각각을 상기 제1 제한 시간 내에서 수행시켰을 때, 상기 n-1개의 작업들 각각이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행될 수 있는 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함 - 을 연산하는 단계; 및

상기 n-1개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정하는 단계

를 포함하는 실시간성 분석 장치의 동작 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 판정하는 단계는

상기 n-1개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간을 기초로 하기의 수학식 1의 연산에 따라 작업 할당 스케줄링의 가능여부를 판정하기 위한 판정 기준치를 연산한 후 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간 이하인 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한 것으로 판정하는 실시간성 분석 장치의 동작 방법.

[수학식 1]

$$R = C_k + \left\lfloor \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} I_i \right\rfloor$$

여기서, R은 상기 판정 기준치로, C_k는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간, I_i은 상기 n-1개의 작업들에서 i번째 작업의 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 연산하는 단계는

하기의 수학식 2에 기초하여 상기 n-1개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 연산하는 실시간성 분석 장치의 동작 방법.

[수학식 2]

$$I_i = N_i(D_k) \cdot C_i + \min(C_i, D_k + D_i - C_i - N_i(D_k) \cdot T_i)$$

$$\text{이 때, } N_i(D_k) = \left\lfloor \frac{D_k + D_i - C_i}{T_i} \right\rfloor$$

여기서, I_i은 상기 n-1개의 작업들 중 i번째 작업에 대한 최대 작업 가능 수행 시간으로, D_k는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 제한 시간, C_i는 상기 n-1개의 작업들 중 i번째 작업에 대해 설정되어 있는 작업 수행 시간, D_i는 상기 n-1개의 작업들 중 i번째 작업에 대해 설정되어 있는 제한 시간, T_i은 상기 n-1개의 작업들 중 i번째 작업에 대해 설정되어 있는 작업 수행 주기를 의미함.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 판정하는 단계는

상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간을 초과하는 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정하는 실시간성 분석 장치의 동작 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정된 경우, 작업들의 개수를 줄일 것을 지시하는 안내 메시지를 출력하는 단계

를 더 포함하는 실시간성 분석 장치의 동작 방법.

청구항 16

m(m은 2이상의 자연수)개의 프로세서들을 갖는 실시간 시스템에서 n(n은 m보다 큰 자연수)개의 작업들 - 상기 n개의 작업들 각각에는 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한 주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)이 설정되어 있음 - 에 대해 작업 복제 기법 - 상기 작업 복제 기법은 상기 n개의 작업들 각각에 대한 복제 작업을 생성하여 상기 n개의 작업들 각각에 대한 원본 작업과 복제 작업을 상기 n개의 작업들 각각에 대해 설정되어 있는 제한 시간 내에서 서로 다른 프로세서를 통해 병렬적으로 수행하는 기법임 - 에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정할 수 있는 실시간성 분석 장치의 동작 방법에 있어서,

상기 n개의 작업들 중 상기 실시간 시스템에서의 작업 수행 우선순위가 최하인 제1 작업을 확인하는 단계;

상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 제한 시간을 확인하는 단계;

상기 n개의 작업들 각각에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간 - 상기 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 n개의 작업들 각각을 상기 제1 제한 시간 내에서 수행시켰을 때, 상기 n개의 작업들 각각이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행될 수 있는 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함 - 을 연산하는 단계; 및

상기 n개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정하는 단계

를 포함하는 실시간성 분석 장치의 동작 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 판정하는 단계는

상기 n개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간을 기초로 하기의 수학식 3의 연산에 따라 작업 할당 스케줄링의 가능여부를 판정하기 위한 판정 기준치를 연산한 후 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간 이하인 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한 것으로 판정하는 실시간성 분석 장치의 동작 방법.

[수학식 3]

$$R = C_k + \left\lceil \frac{1}{m} \cdot \left(\sum_{i=1}^{n-1} 2I_i + I_k \right) \right\rceil$$

여기서, R은 상기 판정 기준치로, C_k는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간, I_i은 상기 n개의 작업들 중 상기 제1 작업을 제외한 n-1개의 작업들에서 i번째 작업의 최대 작업 가능 수행 시간, I_k는 상기 제1 작업에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 연산하는 단계는

하기의 수학적 식 4에 기초하여 상기 n개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 연산하는 실시간성 분석 장치의 동작 방법.

[수학적 식 4]

$$I_t = N_t(D_k) \cdot C_t + \min(C_t, D_k + D_t - C_t - N_t(D_k) \cdot T_t)$$

$$\text{이 때, } N_t(D_k) = \left\lfloor \frac{D_k + D_t - C_t}{T_t} \right\rfloor$$

여기서, I_t 은 상기 n개의 작업들 중 t번째 작업에 대한 최대 작업 가능 수행 시간으로, D_k 는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 제한 시간, C_t 은 상기 n개의 작업들 중 t번째 작업에 대해 설정되어 있는 작업 수행 시간, D_t 은 상기 n개의 작업들 중 t번째 작업에 대해 설정되어 있는 제한 시간, T_t 은 상기 n개의 작업들 중 t번째 작업에 대해 설정되어 있는 작업 수행 주기를 의미함.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 판정하는 단계는

상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간을 초과하는 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정하는 실시간성 분석 장치의 동작 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정된 경우, 작업들의 개수를 줄일 것을 지시하는 안내 메시지를 출력하는 단계

를 더 포함하는 실시간성 분석 장치의 동작 방법.

청구항 21

제11항 내지 제20항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

청구항 22

제11항 내지 제20항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 실시간 시스템을 위한 실시간성 분석 장치 및 그 동작 방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 실시간 시스템은 사용할 수 있는 자원이 한정적인 상황에서 작업 수행이 요청되었을 때, 이를 제한된 시간 내에 처리할 수 있는 실시간 컴퓨팅을 이용한 시스템을 의미한다.

[0003] 이러한 실시간 시스템은 공장, 자동차 등과 같이 다양한 컴퓨팅 장비들이 구비되는 시스템에서 활용될 수 있다.

- [0004] 실시간 시스템에서는 한정된 자원으로 다수의 작업들을 처리할 수 있어야 하기 때문에 시스템을 구동하기 전에 제한된 자원 내에서 다수의 작업들을 처리할 수 있는지 여부에 대한 실시간성을 판정하는 것이 중요한 이슈이다.
- [0005] 예컨대, 작업을 동시에 처리할 수 있는 프로세서의 개수는 3개인데, 처리해야 하는 작업의 개수가 5개인 경우, 소정의 스케줄링을 통해 작업 처리를 수행할 프로세서를 적절하게 배분해야 하는데, 물리적으로 3개의 프로세서를 이용하여 5개의 작업을 처리할 수 있는지에 대한 사전 검증이 수행될 필요가 있다. 만약, 3개의 프로세서를 이용하여 5개의 작업을 처리할 수 없는 상황이라면 시스템에 오류가 발생할 수 있기 때문에 작업의 개수를 조정하는 등의 조치가 필요하다.
- [0006] 실시간 시스템에서의 작업은 도 1에 도시된 그림과 같이, 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한 주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)을 갖는다. 작업 수행 주기마다 제한 시간 내에서 한 주기의 작업을 완료해야 하며, 실시간 시스템의 관리자는 제한 시간 내에서 한 주기의 작업이 완료될 수 있도록 하기 위해 작업 수행 시간을 고려하여 작업을 처리할 프로세서를 적절히 할당할 수 있다.
- [0007] 도 2에는 3개의 프로세서를 갖는 실시간 시스템에서 4개의 작업을 처리하는 경우에 대한 예시가 도시되어 있다.
- [0008] 도 2에 도시된 그림과 같이, 각 작업들에는 작업 수행 우선순위가 존재하고 있어서, 우선순위가 높은 작업이 우선순위가 낮은 작업보다 먼저 처리될 필요가 있다. 따라서, 실시간 시스템의 관리자는 각 작업의 우선순위를 고려하여 4개의 작업들이 각 작업의 제한 시간 내에서 3개의 프로세서를 통해 한 주기의 작업이 정상적으로 완료될 수 있도록 작업 스케줄링을 수행할 필요가 있다.
- [0009] 관련해서, 관리자는 도 2에 도시된 그림과 같이, 작업 수행 우선순위가 높은 3개의 작업들(212)을 프로세서에 각각 하나씩 할당해서 3개의 작업들(212)이 제한 시간 내에서 적절히 작업이 완료되도록 함과 동시에, 우선순위가 가장 낮은 작업(211)에 대해서는 3개의 프로세서들 중 작업 수행이 되지 않는 유향 시간을 갖는 프로세서에 적절히 할당함으로써, 우선순위가 가장 낮은 작업(211)이 해당 작업(211)의 제한 시간(D) 내에서 완료처리가 될 수 있도록 작업 스케줄링을 수행할 수 있다.
- [0010] 하지만, 앞서 설명한 바와 같이 각 작업들에는 각 작업의 고유한 작업 수행 주기, 작업 수행 시간, 제한 시간이 설정되어 있기 때문에 각 작업의 특성에 따라 제한된 프로세서를 이용한 작업 처리가 가능할 수도 있고, 불가능할 수도 있다.
- [0011] 따라서, 제한된 개수의 프로세서를 갖는 실시간 시스템에서 특정 개수의 작업들이 존재한다고 하였을 때, 해당 작업들에 대해 작업 수행이 가능한지 여부에 대한 실시간성을 사전에 검증할 수 있도록 지원하는 분석 기술에 대한 연구가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 제한된 개수의 프로세서를 갖는 실시간 시스템에서 특정 개수의 작업들이 존재한다고 하였을 때, 해당 작업들에 대해 작업 수행이 가능한지 여부에 대한 실시간성을 사전에 검증할 수 있도록 지원하는 분석 기법을 제시하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일실시예에 따른 m (m 은 2이상의 자연수)개의 프로세서들을 갖는 실시간 시스템에서 n (n 은 m 보다 큰 자연수)개의 작업들 - 상기 n 개의 작업들 각각에는 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한 주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)이 설정되어 있음 - 에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정할 수 있는 실시간성 분석 장치는 상기 n 개의 작업들 중 상기 실시간 시스템에서의 작업 수행 우선순위가 최하인 제1 작업을 확인하는 작업 확인부, 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 제한 시간을 확인하는 제한 시간 확인부, 상기 n 개의 작업들 중 상기 제1 작업을 제외한 $n-1$ 개의 작업들 각각에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간 - 상기 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 $n-1$ 개의 작업들 각각을 상기 제1 제한 시간 내에서 수행시켰을 때, 상기 $n-1$ 개의 작업들 각각이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행될 수 있는 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함 - 을 연산하는 최대 작업 가능 수행 시간 연산부 및 상기 $n-1$ 개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1

작업 수행 시간을 기초로 상기 n 개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정하는 실시간성 판정부를 포함한다.

[0014] 또한, 본 발명의 다른 일실시예에 따른 m (m 은 2이상의 자연수)개의 프로세서들을 갖는 실시간 시스템에서 n (n 은 m 보다 큰 자연수)개의 작업들 - 상기 n 개의 작업들 각각에는 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한 주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)이 설정되어 있음 - 에 대해 작업 복제 기법 - 상기 작업 복제 기법은 상기 n 개의 작업들 각각에 대한 복제 작업을 생성하여 상기 n 개의 작업들 각각에 대한 원본 작업과 복제 작업을 상기 n 개의 작업들 각각에 대해 설정되어 있는 제한 시간 내에서 서로 다른 프로세서를 통해 병렬적으로 수행하는 기법임 - 에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정할 수 있는 실시간성 분석 장치는 상기 n 개의 작업들 중 상기 실시간 시스템에서의 작업 수행 우선순위가 최하인 제1 작업을 확인하는 작업 확인부, 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 제한 시간을 확인하는 제한 시간 확인부, 상기 n 개의 작업들 각각에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간 - 상기 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 n 개의 작업들 각각을 상기 제1 제한 시간 내에서 수행시켰을 때, 상기 n 개의 작업들 각각이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행될 수 있는 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함 - 을 연산하는 최대 작업 가능 수행 시간 연산부 및 상기 n 개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 n 개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정하는 실시간성 판정부를 포함한다.

[0015] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 m (m 은 2이상의 자연수)개의 프로세서들을 갖는 실시간 시스템에서 n (n 은 m 보다 큰 자연수)개의 작업들 - 상기 n 개의 작업들 각각에는 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한 주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)이 설정되어 있음 - 에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정할 수 있는 실시간성 분석 장치의 동작 방법은 상기 n 개의 작업들 중 상기 실시간 시스템에서의 작업 수행 우선순위가 최하인 제1 작업을 확인하는 단계, 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 제한 시간을 확인하는 단계, 상기 n 개의 작업들 중 상기 제1 작업을 제외한 $n-1$ 개의 작업들 각각에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간 - 상기 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 $n-1$ 개의 작업들 각각을 상기 제1 제한 시간 내에서 수행시켰을 때, 상기 $n-1$ 개의 작업들 각각이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행될 수 있는 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함 - 을 연산하는 단계 및 상기 $n-1$ 개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 n 개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정하는 단계를 포함한다.

[0016] 또한, 본 발명의 다른 일실시예에 따른 m (m 은 2이상의 자연수)개의 프로세서들을 갖는 실시간 시스템에서 n (n 은 m 보다 큰 자연수)개의 작업들 - 상기 n 개의 작업들 각각에는 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한 주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)이 설정되어 있음 - 에 대해 작업 복제 기법 - 상기 작업 복제 기법은 상기 n 개의 작업들 각각에 대한 복제 작업을 생성하여 상기 n 개의 작업들 각각에 대한 원본 작업과 복제 작업을 상기 n 개의 작업들 각각에 대해 설정되어 있는 제한 시간 내에서 서로 다른 프로세서를 통해 병렬적으로 수행하는 기법임 - 에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정할 수 있는 실시간성 분석 장치의 동작 방법은 상기 n 개의 작업들 중 상기 실시간 시스템에서의 작업 수행 우선순위가 최하인 제1 작업을 확인하는 단계, 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 제한 시간을 확인하는 단계, 상기 n 개의 작업들 각각에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간 - 상기 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 n 개의 작업들 각각을 상기 제1 제한 시간 내에서 수행시켰을 때, 상기 n 개의 작업들 각각이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행될 수 있는 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함 - 을 연산하는 단계 및 상기 n 개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 n 개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명은 제한된 개수의 프로세서를 갖는 실시간 시스템에서 특정 개수의 작업들이 존재한다고 하였을 때, 해당 작업들에 대해 작업 수행이 가능한지 여부에 대한 실시간성을 사전에 검증할 수 있도록 지원하는 분석 기법을 제시할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 실시간 시스템에서 작업에 설정되어 있는 작업 수행 주기, 작업 수행 시간, 제한 시간을 설명하기 위한

도면이다.

도 2는 실시간 시스템에서 사용될 수 있는 작업 수행의 예시를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

도 8은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하에서는 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다. 이러한 설명은 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였으며, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 본 명세서 상에서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.
- [0020] 본 문서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예들에 있어서, 각 구성요소들, 기능 블록들 또는 수단들은 하나 또는 그 이상의 하부 구성요소로 구성될 수 있고, 각 구성요소들이 수행하는 전기, 전자, 기계적 기능들은 전자회로, 집적회로, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등 공지된 다양한 소자들 또는 기계적 요소들로 구현될 수 있으며, 각각 별개로 구현되거나 2 이상이 하나로 통합되어 구현될 수도 있다.
- [0021] 한편, 첨부된 블록도의 블록들이나 흐름도의 단계들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터, 휴대용 노트북 컴퓨터, 네트워크 컴퓨터 등 데이터 프로세싱이 가능한 장비의 프로세서나 메모리에 탑재되어 지정된 기능들을 수행하는 컴퓨터 프로그램 명령들(instructions)을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 명령들은 컴퓨터 장치에 구비된 메모리 또는 컴퓨터에서 판독 가능한 메모리에 저장될 수 있기 때문에, 블록도의 블록들 또는 흐름도의 단계들에서 설명된 기능들은 이를 수행하는 명령 수단을 내포하는 제조물로 생산될 수도 있다. 아울러, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 명령들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 가능한 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 정해진 순서와 달리 실행되는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 실질적으로 동시에 수행되거나, 역순으로 수행될 수 있으며, 경우에 따라 일부 블록들 또는 단계들이 생략된 채로 수행될 수도 있다.
- [0022] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0023] 본 발명에 따른 실시간성 분석 장치(310)는 m (m 은 2이상의 자연수)개의 프로세서들을 갖는 실시간 시스템에서 n (n 은 m 보다 큰 자연수)개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정할 수 있는 장치이다. 이와 관련해서, 본 발명에 따른 실시간성 분석 장치(310)는 작업 확인부(311), 제한 시간 확인부(312), 최대 작업 가능 수행 시간 연산부(313) 및 실시간성 판정부(314)를 포함한다.
- [0024] 여기서, 상기 n 개의 작업들 각각에는 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한 주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)이 설정되어 있다.
- [0025] 작업 확인부(311)는 상기 n 개의 작업들 중 상기 실시간 시스템에서의 작업 수행 우선순위가 최하인 제1 작업을 확인한다.
- [0026] 제한 시간 확인부(312)는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 제한 시간을 확인한다.
- [0027] 최대 작업 가능 수행 시간 연산부(313)는 상기 n 개의 작업들 중 상기 제1 작업을 제외한 $n-1$ 개의 작업들 각각에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간을 연산한다.

[0028] 여기서, 상기 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 n-1개의 작업들 각각을 상기 제1 제한 시간 내에서 수행시켰을 때, 상기 n-1개의 작업들 각각이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행될 수 있는 최대 작업 가능 수행 시간을 의미한다.

[0029] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 최대 작업 가능 수행 시간 연산부(313)는 하기의 수학식 1에 기초하여 상기 n-1개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 연산할 수 있다.

수학식 1

$$I_i = N_i(D_k) \cdot C_i + \min(C_i, D_k + D_i - C_i - N_i(D_k) \cdot T_i)$$

$$\text{이 때, } N_i(D_k) = \left\lfloor \frac{D_k + D_i - C_i}{T_i} \right\rfloor$$

[0031]

[0033] 여기서, I_i 는 상기 n-1개의 작업들 중 i번째 작업에 대한 최대 작업 가능 수행 시간으로, D_k 는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 제한 시간, C_i 는 상기 n-1개의 작업들 중 i번째 작업에 대해 설정되어 있는 작업 수행 시간, D_i 는 상기 n-1개의 작업들 중 i번째 작업에 대해 설정되어 있는 제한 시간, T_i 는 상기 n-1개의 작업들 중 i번째 작업에 대해 설정되어 있는 작업 수행 주기를 의미한다.

[0034] 관련해서, 도 4를 참조하여 상기 최대 작업 가능 수행 시간에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0035] 우선, 상기 n개의 작업들 중 작업 수행 우선순위가 최하인 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 제한 시간을 D_k 라고 하자. 이때, 상기 제1 작업을 제외한 나머지 n-1개의 작업들 중 i번째 작업이 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서 최대로 수행되기 위해서는 i번째 작업의 작업 수행 시점이 상기 제1 제한 시간인 D_k 의 시작 지점(411)이 되도록 하면 된다.

[0036] 따라서, 도 4에 도시된 그림과 같이 i번째 작업이 수행되는 시점을 상기 제1 제한 시간인 D_k 의 시작 지점(411)에 맞추게 되면, i번째 작업의 작업 수행 주기 T_i 를 고려하였을 때, i번째 작업이 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에

$$N_i(D_k) = \left\lfloor \frac{D_k + D_i - C_i}{T_i} \right\rfloor$$

서 수행 완료될 수 있는 횟수는 상기 수학식 1에서 로 연산할 수 있다.

[0037] 예컨대, 상기 제1 제한 시간을 '5초', i번째 작업의 작업 수행 주기인 T_i 를 '3초', i번째 작업의 작업 수행 시간인 C_i 를 '1초', i번째 작업의 제한 시간인 D_i 를 '2초'라고 하는 경우, i번째 작업이 수행되는 시점을 상기 제1 제한 시간인 D_k 의 시작 지점(411)에 맞추게 되면, i번째 작업이 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서 수행 완료될 수 있는 횟수는 i번째 작업의 제한 시간인 '2초'에서 i번째 작업의 작업 수행 시간인 '1초'를 뺀 구간과 상기 제1 제한 시간인 '5초'를 합산한 구간에 대해 i번째 작업의 작업 수행 주기인 '3초'를 나눔으로써, 연산될 수 있다.

[0038] 즉, 본 예시에서 i번째 작업이 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서 수행 완료될 수 있는 횟수는

$$\left\lfloor \frac{5+2-1}{3} \right\rfloor = 2$$

로, 도 4의 그림과 같이 총 2회가 될 수 있다.

[0039] 이렇게, i번째 작업이 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서 수행 완료될 수 있는 횟수가 연산되면, i번째 작업이 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서 수행 완료되었을 경우의 i번째 작업의 총 작업 수행 시간은 i번째 작업이 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서 수행 완료될 수 있는 횟수에 i번째 작업의 작업 수행 시간인 C_i 를 곱한 값, 즉, $N_i(D_k) \cdot C_i$ 로 연산될 수 있다.

- [0040] 이렇게, i번째 작업이 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서 수행 완료되었을 경우의 i번째 작업의 총 작업 수행 시간이 연산되면, 도 4의 도면부호 412에 표시한 부분과 같이, 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서 i번째 작업이 추가로 수행되는 일부 구간(412)도 고려해야 i번째 작업의 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간을 구할 수 있게 된다.
- [0041] 일부 구간(412)에 대해서는 i번째 작업의 제한 시간인 D_i 에서 i번째 작업의 작업 수행 시간인 C_i 를 뺀 구간과 상기 제1 제한 시간인 D_k 를 합산한 구간인 $D_k + D_i - C_i$ 에서 i번째 작업이 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서 수행 완료되었을 경우의 i번째 작업의 총 작업 수행 시간인 $N_i(D_k) \cdot C_i$ 를 차감함으로써, 연산될 수 있다.
- [0042] 즉, 일부 구간(412)에 대해서는 $D_k + D_i - C_i - N_i(D_k) \cdot T_i$ 로 연산될 수 있다. 따라서, 일부 구간(412)에 대해 연산이 완료되면, i번째 작업의 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 수학적 식 1에서 나타낸 바와 같이, i번째 작업이 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서 수행 완료되었을 경우의 i번째 작업의 총 작업 수행 시간인 $N_i(D_k) \cdot C_i$ 와 일부 구간(412)에 대한 시간인 $D_k + D_i - C_i - N_i(D_k) \cdot T_i$ 를 합산함으로써, 연산될 수 있다.
- [0043] 만약, 일부 구간(412)이 i번째 작업의 작업 수행 시간인 C_i 보다 큰 경우에는 일부 구간(412)을 i번째 작업의 작업 수행 시간인 C_i 로 대체하면 되기 때문에, 결국, i번째 작업의 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 수학적 식 1에서 나타낸 바와 같이, $N_i(D_k) \cdot C_i + \min(C_i, D_k + D_i - C_i - N_i(D_k) \cdot T_i)$ 로 연산될 수 있다.
- [0044] 이러한 방식으로, 최대 작업 가능 수행 시간 연산부(313)는 n-1개의 작업들 각각에 대해 상기 제1 제한 시간인 D_k 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간을 연산할 수 있다.
- [0045] 실시간성 판정부(314)는 상기 n-1개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정한다.
- [0046] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 실시간성 판정부(314)는 상기 n-1개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간을 기초로 하기의 수학적 식 2의 연산에 따라 작업 할당 스케줄링의 가능여부를 판정하기 위한 판정 기준치를 연산한 후 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간 이하인 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한 것으로 판정할 수 있다.

수학적 식 2

$$R = C_k + \left\lfloor \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} I_i \right\rfloor$$

[0048]

[0050] 여기서, R은 상기 판정 기준치로, C_k 는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간, I_i 은 상기 n-1개의 작업들에서 i번째 작업의 최대 작업 가능 수행 시간을 의미한다.

[0051] 상기 수학적 식 2에서 나타낸 바와 같이, 실시간성 판정부(314)는 n-1개의 작업들의 최대 작업 가능 수행 시간의 합계를 프로세서의 개수인 m으로 나누어서 n-1개의 작업들이 상기 제1 제한 시간 내에서 모두 최대로 작업 수행

시간을 갖는다고 하였을 때, 프로세서 1개에서 수행해야 하는 최대 작업 처리 수행 시간인 $\left\lceil \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} I_i \right\rceil$ 을 연산한 후 상기 연산 값에 상기 제1 작업의 작업 수행 시간인 C_k 를 합산함으로써, 상기 판정 기준치인 R을 연산할 수 있다.

[0052] 즉, 실시간성 판정부(314)는 작업 수행 우선순위가 최하인 상기 제1 작업에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서 작업 수행 우선순위가 높은 작업들이 최대로 수행된다고 하였을 경우의 프로세서 1개의 평균 작업 수행 시간을 연산한 후 해당 평균 작업 수행 시간에 상기 제1 작업의 작업 수행 시간인 C_k 를 합산하여 상기 판정 기준치를 연산할 수 있다. 그리고, 실시간성 판정부(314)는 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간 이하인 것으로 판단되는 경우, 작업 수행 우선순위가 높은 작업들이 최대한으로 수행된다고 하더라도 프로세서 1개의 평균 작업 수행 시간을 고려하였을 때, 작업 수행 우선순위가 최하인 상기 제1 작업의 작업 수행이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행 가능한 것으로 볼 수 있기 때문에, 실시간 시스템에서 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한 것으로 판정할 수 있다.

[0053] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 실시간성 판정부(314)는 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간을 초과하는 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정할 수 있다.

[0054] 즉, 작업 수행 우선순위가 높은 작업들이 최대한으로 수행된다고 하였을 경우의 프로세서 1개당 처리할 수 있는 작업 수행 시간과 작업 수행 우선순위가 최하인 상기 제1 작업의 작업 수행 시간의 합산 값이 상기 제1 작업의 제한 시간을 초과하게 되는 경우, 프로세서의 남은 자원들로 상기 제1 작업을 정상적으로 처리할 수 없는 상황이기 때문에 실시간성 판정부(314)는 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정할 수 있다.

[0055] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 실시간성 분석 장치(310)는 안내 메시지 출력부(315)를 더 포함할 수 있다.

[0056] 안내 메시지 출력부(315)는 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정된 경우, 작업들의 개수를 줄일 것을 지시하는 안내 메시지를 출력한다.

[0057] 도 5는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 구조를 도시한 도면이다.

[0058] 본 발명에 따른 실시간성 분석 장치(510)는 m(m는 2이상의 자연수)개의 프로세서들을 갖는 실시간 시스템에서 n(n은 m보다 큰 자연수)개의 작업들에 대해 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정할 수 있는 장치이다. 이와 관련해서, 본 발명에 따른 실시간성 분석 장치(510)는 작업 확인부(511), 제한 시간 확인부(512), 최대 작업 가능 수행 시간 연산부(513) 및 실시간성 판정부(514)를 포함한다.

[0059] 여기서, 상기 n개의 작업들 각각에는 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한 주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)이 설정되어 있다.

[0060] 그리고, 상기 작업 복제 기법은 상기 n개의 작업들 각각에 대한 복제 작업을 생성하여 상기 n개의 작업들 각각에 대한 원본 작업과 복제 작업을 상기 n개의 작업들 각각에 대해 설정되어 있는 제한 시간 내에서 서로 다른 프로세서를 통해 병렬적으로 수행하는 기법을 의미한다. 관련해서, 도 6에 도시된 그림과 같이, 작업 1(611)과 작업 2(612)가 존재한다고 하는 경우, 작업 복제 기법이란 작업 1(611)과 작업 2(612)에 대해 각각 복제 작업을 생성한 후 원본 작업과 복제 작업을 서로 다른 프로세서를 통해 병렬적으로 수행하는 기법을 의미한다. 그래서, 총 2개의 프로세서를 갖는 실시간 시스템에서 도 6의 그림과 같이 두 개의 작업(611, 612)이 존재한다고 하더라도 해당 실시간 시스템은 2개의 프로세서를 이용해서 실질적으로 총 4개의 작업을 처리해야 한다. 이렇게, 작업 복제 기법을 사용하는 이유는 특정 작업의 처리 과정에서 오류가 발생하더라도 복제 작업을 통해서 오류를 상쇄시키기 위함이다.

[0061] 이러한 상황에서 작업 확인부(511)는 상기 n개의 작업들 중 상기 실시간 시스템에서의 작업 수행 우선순위가 최하인 제1 작업을 확인한다.

[0062] 제한 시간 확인부(512)는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 제한 시간을 확인한다.

[0063] 최대 작업 가능 수행 시간 연산부(513)는 상기 n개의 작업들 각각에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간을 연산한다.

[0064] 여기서, 상기 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 n개의 작업들 각각을 상기 제1 제한 시간 내에서 수행시켰을 때, 상기 n개의 작업들 각각이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행될 수 있는 최대 작업 가능 수행 시간을 의미한다.

[0065] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 최대 작업 가능 수행 시간 연산부(513)는 하기의 수학식 3에 기초하여 상기 n개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 연산할 수 있다.

수학식 3

$$I_t = N_t(D_k) \cdot C_t + \min(C_t, D_k + D_t - C_t - N_t(D_k) \cdot T_t)$$

$$\text{이 때, } N_t(D_k) = \left\lfloor \frac{D_k + D_t - C_t}{T_t} \right\rfloor$$

[0067]

[0069] 여기서, I_t 은 상기 n개의 작업들 중 t번째 작업에 대한 최대 작업 가능 수행 시간으로, D_k 는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 제한 시간, C_t 은 상기 n개의 작업들 중 t번째 작업에 대해 설정되어 있는 작업 수행 시간, D_t 은 상기 n개의 작업들 중 t번째 작업에 대해 설정되어 있는 제한 시간, T_t 은 상기 n개의 작업들 중 t번째 작업에 대해 설정되어 있는 작업 수행 주기를 의미한다.

[0070] 최대 작업 가능 수행 시간 연산부(513)는 앞서 도 3과 도 4를 이용하여 설명한 최대 작업 가능 수행 시간 연산부(313)가 각 작업에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 연산하는 과정과 동일한 방식으로 n개의 작업들에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 연산하게 된다. 다만, 최대 작업 가능 수행 시간 연산부(513)는 도 3과 도 4를 이용하여 설명한 최대 작업 가능 수행 시간 연산부(313)가 n-1개의 작업들에 대해서만 최대 작업 가능 수행 시간을 연산한 것과 달리, n개의 작업들 전체에 대해서 최대 작업 가능 수행 시간을 연산한다.

[0071] 실시간성 판정부(514)는 상기 n개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정한다.

[0072] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 실시간성 판정부(514)는 상기 n개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간을 기초로 하기의 수학식 4의 연산에 따라 작업 할당 스케줄링의 가능여부를 판정하기 위한 판정 기준치를 연산한 후 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간 이하인 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한 것으로 판정할 수 있다.

수학식 4

$$R = C_k + \left\lfloor \frac{1}{m} \cdot \left(\sum_{i=1}^{n-1} 2I_i + I_k \right) \right\rfloor$$

[0074]

[0076] 여기서, R은 상기 판정 기준치로, C_k 는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간, I_i 은 상기 n개의 작업들 중 상기 제1 작업을 제외한 n-1개의 작업들에서 i번째 작업의 최대 작업 가능 수행 시간, I_k 는 상기 제1 작업에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 의미한다.

[0077] 관련해서, 작업 복제 기법을 이용한 실시간 시스템에서는 앞서 설명한 바와 같이, 동일한 작업에 대한 복제 작

업을 생성하여 병렬적으로 처리하는 기법이기에 때문에, n 개의 작업들이 존재한다고 하는 경우, 상기 실시간 시스템은 실질적으로 $2n$ 개의 작업들을 처리해야 하는 상황에 놓이게 된다.

[0078] 이로 인해, 총 $2n$ 개의 작업들이 존재한다고 가정하면, 실시간성을 판정하기 위해서는 작업 수행 우선순위가 최하인 상기 제1 작업을 제외한 나머지 $2(n-1)$ 개의 작업들이 m 개의 프로세서를 통해 우선 수행됨과 동시에 상기 제1 작업에 대한 복제 작업 1개도 m 개의 프로세서를 통해 우선 수행되는 상황을 고려하여 마지막 작업 수행 우선순위를 갖는 상기 제1 작업의 수행 가능여부를 따져야 할 것이다.

[0079] 따라서, 실시간성 판정부(514)는 $2(n-1)$ 개의 작업들의 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대한 최대 작업 가능 수행 시간(제1 작업이 2개의 작업으로 복제되었을 때, 그 중 한 개의 작업에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함)을 합산한 값을 프로세서의 개수인 m 으로 나누어서 $2(n-1)$ 개의 작업들과 제1 작업(복제된 2개의 작업 중 1개)이 상기 제1 제한 시간 내에서 모두 최대로 작업 수행 시간을 갖는다고 하였을 때, 프로세서 1

개에서 수행해야 하는 최대 작업 처리 수행 시간인 $\left[\frac{1}{m} \cdot \left(\sum_{i=1}^{n-1} 2I_i + I_k \right) \right]$ 을 연산한 후 상기 연산 값에 상기 제1 작업(복제된 2개의 작업 중 나머지 1개)의 작업 수행 시간인 C_k 를 합산함으로써, 상기 판정 기준치인 R 을 연산할 수 있다.

[0080] 그리고, 실시간성 판정부(514)는 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간 이하인 것으로 판단되는 경우, 작업 수행 우선순위가 높은 작업들이 최대한으로 수행된다고 하더라도 프로세서 1개의 평균 작업 수행 시간을 고려하였을 때, 작업 수행 우선순위가 최하인 상기 제1 작업의 작업 수행이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행 가능한 것으로 볼 수 있기 때문에, 실시간 시스템에서 상기 n 개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한 것으로 판정할 수 있다.

[0081] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 실시간성 판정부(514)는 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간을 초과하는 것으로 판단되는 경우, 상기 n 개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정할 수 있다.

[0082] 즉, 작업 수행 우선순위가 높은 작업들이 최대한으로 수행된다고 하였을 경우의 프로세서 1개당 처리할 수 있는 작업 수행 시간과 작업 수행 우선순위가 최하인 상기 제1 작업의 작업 수행 시간의 합산 값이 상기 제1 작업의 제한 시간을 초과하게 되는 경우, 프로세서의 남은 자원들로 상기 제1 작업을 정상적으로 처리할 수 없는 상황이기 때문에 실시간성 판정부(514)는 상기 n 개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정할 수 있다.

[0083] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 실시간성 분석 장치(510)는 안내 메시지 출력부(515)를 더 포함할 수 있다.

[0084] 안내 메시지 출력부(515)는 상기 n 개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정된 경우, 작업들의 개수를 줄일 것을 지시하는 안내 메시지를 출력한다.

[0085] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

[0086] 본 발명에 따른 실시간성 분석 장치의 동작 방법은 m (m 은 2이상의 자연수)개의 프로세서들을 갖는 실시간 시스템에서 n (n 은 m 보다 큰 자연수)개의 작업들(상기 n 개의 작업들 각각에는 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한 주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)이 설정되어 있음)에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정할 수 있다.

[0087] 이때, 단계(S710)에서는 상기 n 개의 작업들 중 상기 실시간 시스템에서의 작업 수행 우선순위가 최하인 제1 작업을 확인한다.

[0088] 단계(S720)에서는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 제한 시간을 확인한다.

[0089] 단계(S730)에서는 상기 n 개의 작업들 중 상기 제1 작업을 제외한 $n-1$ 개의 작업들 각각에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간(상기 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 $n-1$ 개의 작업들 각각을 상기 제1 제한 시간 내에서 수행시켰을 때, 상기 $n-1$ 개의 작업들 각각이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행될 수 있는 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함)을 연산한다.

[0090] 단계(S740)에서는 상기 $n-1$ 개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되

어 있는 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정한다.

- [0091] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S740)에서는 상기 n-1개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 수학적 2의 연산에 따라 작업 할당 스케줄링의 가능여부를 판정하기 위한 판정 기준치를 연산한 후 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간 이하인 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 가능한 것으로 판정할 수 있다.
- [0092] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S730)에서는 상기 수학적 1에 기초하여 상기 n-1개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 연산할 수 있다.
- [0093] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S740)에서는 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간을 초과하는 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정할 수 있다.
- [0094] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 실시간성 분석 장치의 동작 방법은 상기 n개의 작업들에 대한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정된 경우, 작업들의 개수를 줄일 것을 지시하는 안내 메시지를 출력하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0095] 이상, 도 7을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작 방법에 대해 설명하였다. 여기서, 본 발명의 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작 방법은 도 3과 도 4를 이용하여 설명한 실시간성 분석 장치(310)의 동작에 대한 구성과 대응될 수 있으므로, 이에 대한 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0096] 도 8은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.
- [0097] 본 발명에 다른 실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작 방법은 m(m은 2이상의 자연수)개의 프로세서들을 갖는 실시간 시스템에서 n(n은 m보다 큰 자연수)개의 작업들(상기 n개의 작업들 각각에는 작업 수행 주기(T), 한 주기 내에서 작업을 완료하는데 필요한 작업 수행 시간(C) 및 한 주기 내에서 작업을 완료해야 하는 제한 시간(D)이 설정되어 있음)에 대해 작업 복제 기법(상기 작업 복제 기법은 상기 n개의 작업들 각각에 대한 복제 작업을 생성하여 상기 n개의 작업들 각각에 대한 원본 작업과 복제 작업을 상기 n개의 작업들 각각에 대해 설정되어 있는 제한 시간 내에서 서로 다른 프로세서를 통해 병렬적으로 수행하는 기법임)에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정할 수 있다.
- [0098] 이때, 단계(S810)에서는 상기 n개의 작업들 중 상기 실시간 시스템에서의 작업 수행 우선순위가 최하인 제1 작업을 확인한다.
- [0099] 단계(S820)에서는 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 제한 시간을 확인한다.
- [0100] 단계(S830)에서는 상기 n개의 작업들 각각에 대한 상기 제1 제한 시간 내에서의 최대 작업 가능 수행 시간(상기 최대 작업 가능 수행 시간은 상기 n개의 작업들 각각을 상기 제1 제한 시간 내에서 수행시켰을 때, 상기 n개의 작업들 각각이 상기 제1 제한 시간 내에서 수행될 수 있는 최대 작업 가능 수행 시간을 의미함)을 연산한다.
- [0101] 단계(S840)에서는 상기 n개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한지 여부를 판정한다.
- [0102] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S840)에서는 상기 n개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간과 상기 제1 작업에 대해 설정되어 있는 상기 제1 작업 수행 시간을 기초로 상기 수학적 4의 연산에 따라 작업 할당 스케줄링의 가능여부를 판정하기 위한 판정 기준치를 연산한 후 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간 이하인 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 가능한 것으로 판정할 수 있다.
- [0103] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S830)에서는 상기 수학적 3에 기초하여 상기 n개의 작업들 각각에 대한 최대 작업 가능 수행 시간을 연산할 수 있다.
- [0104] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S840)에서는 상기 판정 기준치가 상기 제1 제한 시간을 초과하는 것으로 판단되는 경우, 상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정할 수 있다.

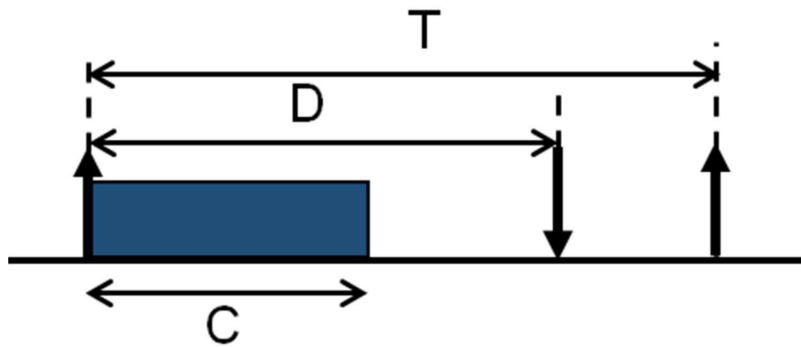
- [0105] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 실시간성 분석 장치의 동작 방법은 상기 n개의 작업들에 대해 상기 작업 복제 기법에 기반한 작업 할당 스케줄링이 불가능한 것으로 판정된 경우, 작업들의 개수를 줄일 것을 지시하는 안내 메시지를 출력하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0106] 이상, 도 8을 참조하여 본 발명의 다른 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작 방법에 대해 설명하였다. 여기서, 본 발명의 다른 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작 방법은 도 5와 도 6 이용하여 설명한 실시간성 분석 장치(510)의 동작에 대한 구성과 대응될 수 있으므로, 이에 대한 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0107] 본 발명의 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작 방법은 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.
- [0108] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 실시간성 분석 장치의 동작 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.
- [0109] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0110] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

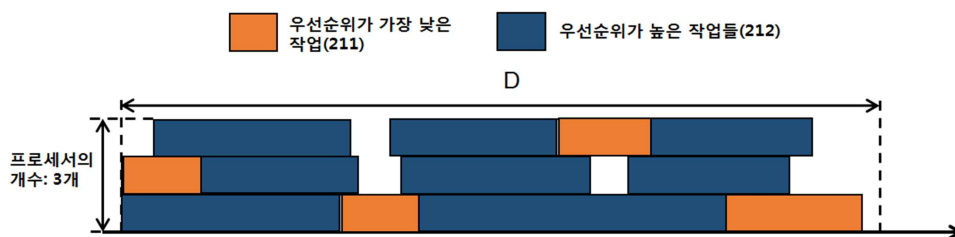
- [0111] 310: 실시간성 분석 장치
- 311: 작업 확인부 312: 제한 시간 확인부
- 313: 최대 작업 가능 수행 시간 연산부 314: 실시간성 판정부
- 315: 안내 메시지 출력부
- 510: 실시간성 분석 장치
- 511: 작업 확인부 512: 제한 시간 확인부
- 513: 최대 작업 가능 수행 시간 연산부 514: 실시간성 판정부
- 515: 안내 메시지 출력부

도면

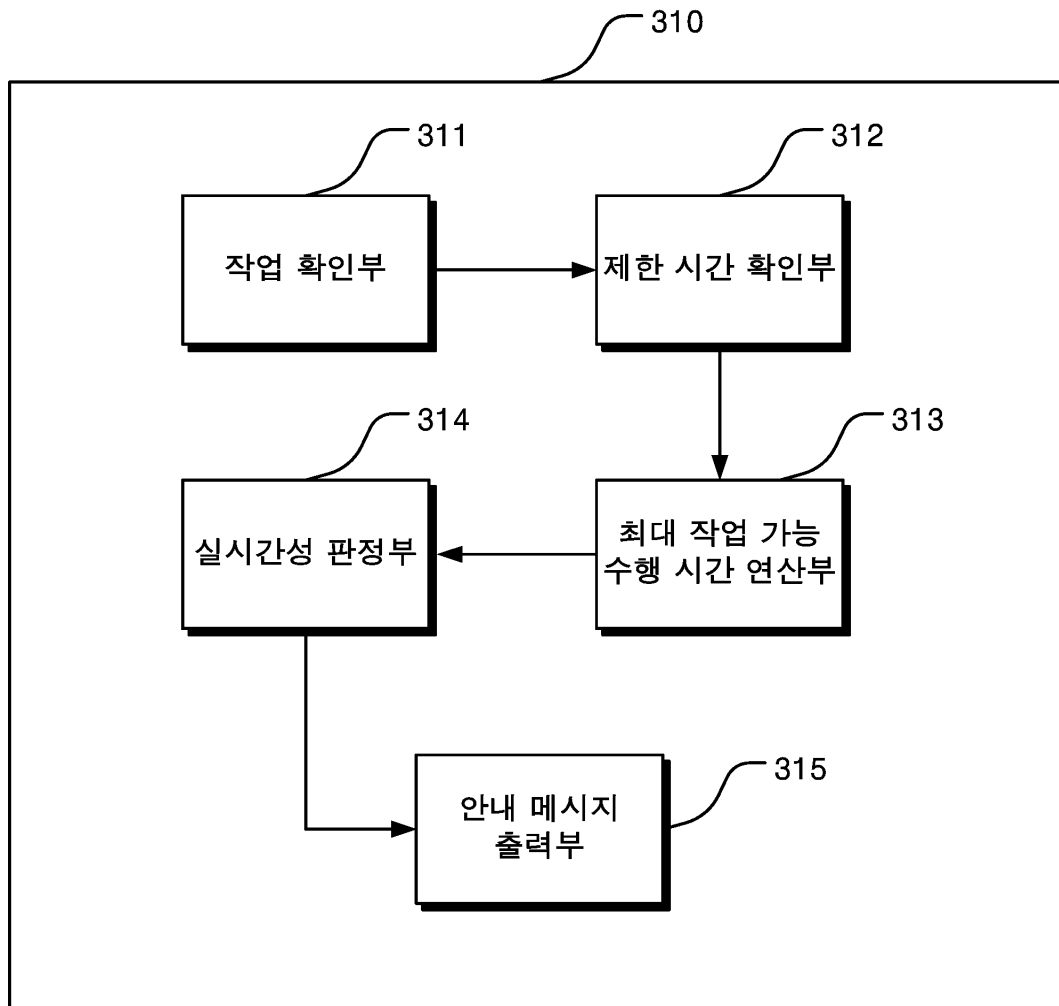
도면1



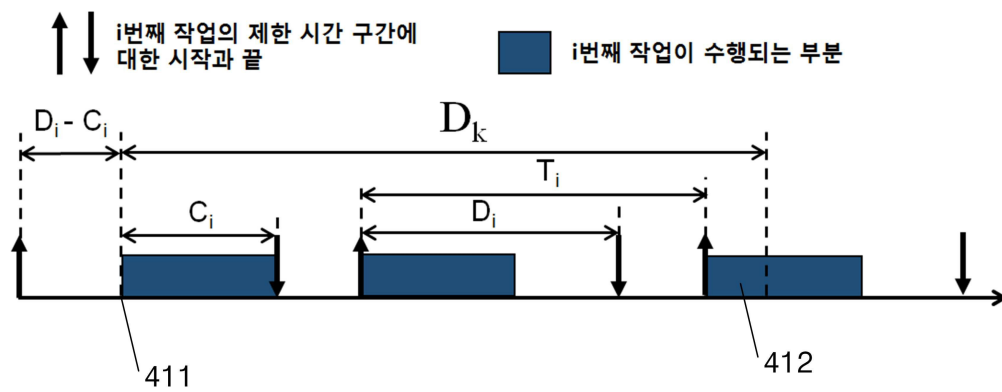
도면2



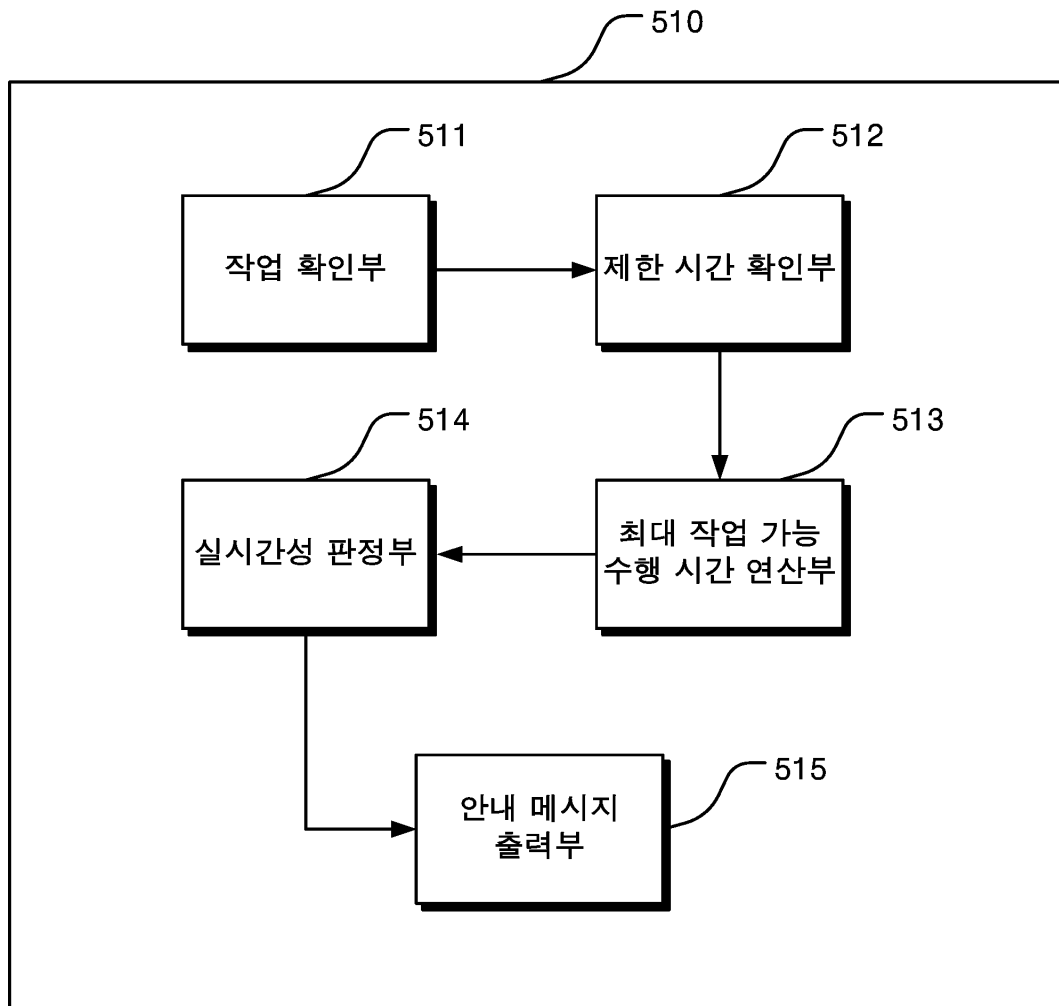
도면3



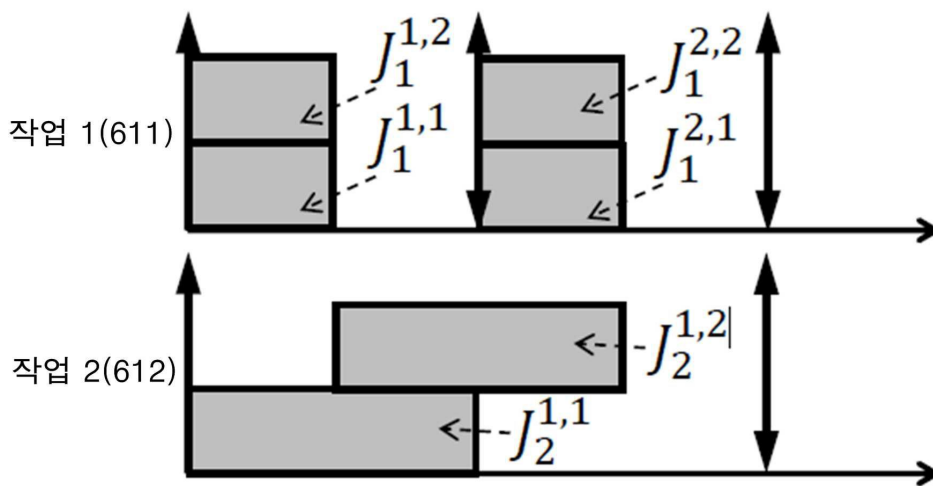
도면4



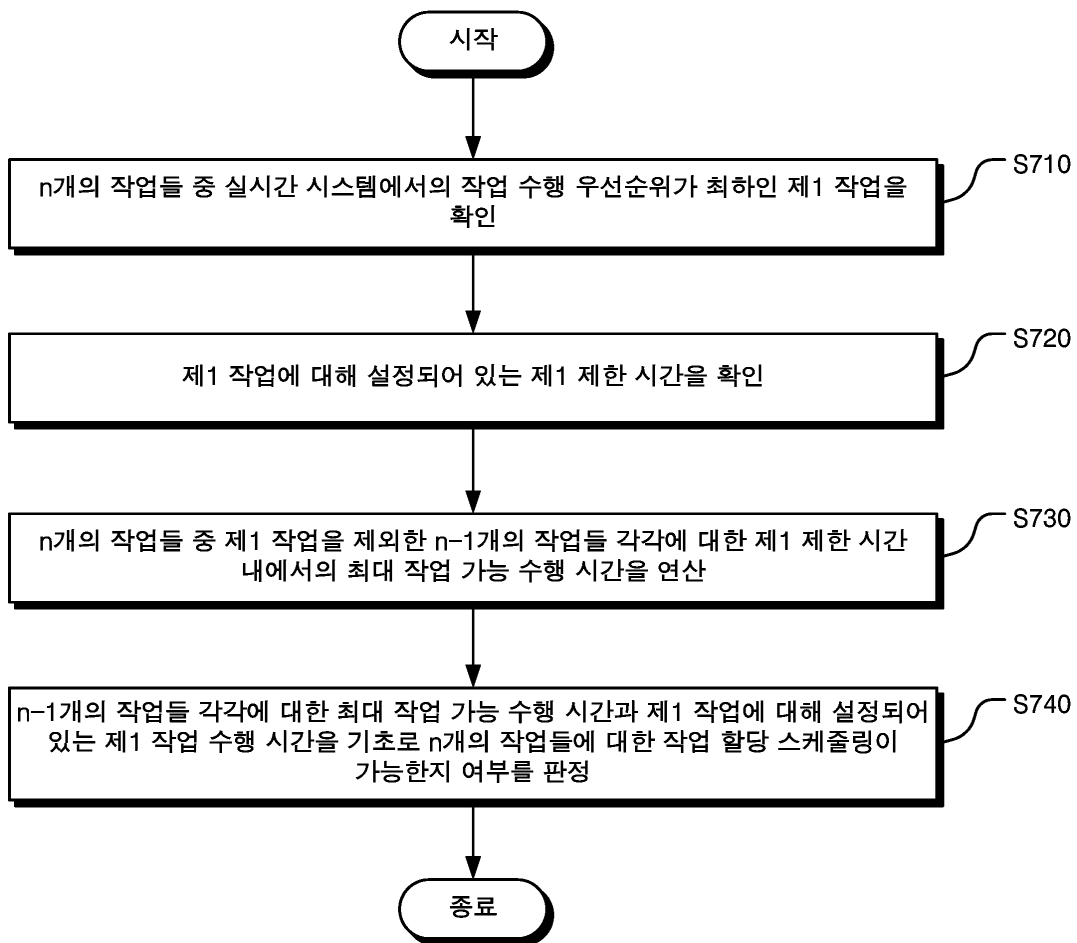
도면5



도면6



도면7



도면8

