



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0103948
(43) 공개일자 2010년09월29일

(51) Int. Cl.

G06F 9/455 (2006.01) G05B 17/00 (2006.01)
B65G 43/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0022035

(22) 출원일자 2009년03월16일

심사청구일자 2009년03월16일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

서원호

서울특별시 성북구 종암동 현대아이파크2차아파트
209동 1603호

이경재

서울 중랑구 면목7동 1502 현대아파트 101-1906

(74) 대리인

서원호

전체 청구항 수 : 총 14 항

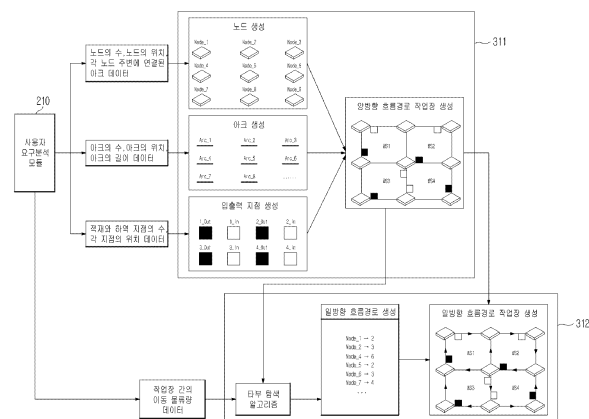
(54) 자동 운반 차 시스템 및 그의 시뮬레이션 방법

(57) 요약

본 발명은 작업장 정보 및 자동 운반 차의 운영 설계 정보를 입력하는 사용자 인터페이스 유닛; 작업장 정보에 기초하여 작업장의 흐름 경로를 결정하고, 작업장의 흐름 경로와 운영 설계 정보에 기초하여 작업장에서 자동 운반 차의 운영을 모델링 및 시뮬레이션 하는 시뮬레이션 엔진 유닛을 포함한다.

본 발명은 AGV 시스템의 설계 요소를 이용하여 AGV 시스템의 모델링 및 시뮬레이션을 자동으로 수행하고 그 결과를 보고서로 생성하여 사용자에게 제공함으로써 사용자는 표시부를 통해 결과 및 AGV 시스템의 상태를 확인할 수 있다. 이에 따라 사용자는 AGV 시스템의 시뮬레이션을 통해 도출된 결과를 바탕으로 최적의 AGV 시스템을 용이하게 설계 및 검증할 수 있고 각 설계 요소의 변경 및 AGV 발주법의 변화에 따른 성능을 비교 할 수 있다. 또한 자동 운반 차 시스템(AGVS) 시뮬레이터는 비정형화된 작업장에서도 자동 운반 차 시스템의 설계 및 검증을 할 수 있는 유연성이 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

작업장 정보 및 자동 운반 차의 운영 설계 정보를 입력하는 사용자 인터페이스 유닛;

상기 작업장 정보에 기초하여 작업장의 흐름 경로를 결정하고, 상기 작업장의 흐름 경로와 운영 설계 정보에 기초하여 상기 작업장에서 상기 자동 운반 차의 운행을 모델링 및 시뮬레이션 하는 시뮬레이션 엔진 유닛을 포함하는 자동 운반 차 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 사용자 인터페이스 유닛은,

상기 시뮬레이션의 결과를 표시하는 자동 운반 차 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 작업장의 흐름 경로는,

타부탐색 알고리즘에 기초하여 생성된 일방향의 흐름 경로인 자동 운반 차 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 작업장 정보는,

상기 작업장을 이루는 각 노드의 좌표, 상기 각 노드 사이의 거리, 적재 지점과 하역 지점의 좌표를 포함하는 자동 운반 차 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 운영 설계 정보는,

상기 자동 운반 차의 수, 상기 자동 운반 차의 속도, 상기 자동 운반 차의 발주법을 포함하는 자동 운반 차 시스템.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 자동 운반 차의 발주법은 복수의 발주법으로 이루어지고,

상기 사용자 인터페이스 유닛은, 사용자에게 의해 선택된 발주법에 대응하는 상기 자동 운반 차의 작업완료 시간을 표시하는 자동 운반 차 시스템.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 운영 설계 정보는 상기 자동 운반 차의 주차장 좌표를 더 포함하고,

상기 사용자 인터페이스 유닛은, 사용자에게 의해 선택된 상기 자동 운반 차의 주차장 좌표에 대응하는 상기 자동 운반 차의 작업 완료 시간을 표시하는 자동 운반 차 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 사용자 인터페이스 유닛은,

상기 사용자에게 의해 선택된 발주법과 상기 주차장의 좌표에 대응하는 상기 자동 운반 차의 작업 할당량을 표시하는 자동 운반 차 시스템.

청구항 9

제 4 항에 있어서, 상기 시뮬레이션 엔진 유닛은,

상기 발주법에 기초하여 자동 운반 차의 작업 순서를 생성 및 저장하는 스케줄러와,

상기 작업장 정보와 상기 작업 순서에 기초하여 상기 자동 운반 차가 이동해야 하는 작업장 사이의 최단 거리의 이동 경로를 저장하는 이동 경로 저장기를 포함하는 자동 운반 차 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 시뮬레이션 엔진 유닛은,

상기 자동 운반 차의 수가 복수인 경우 상기 복수 자동 운반 차의 위치를 모니터링하고, 상기 복수 자동 운반 차의 위치에 기초하여 상기 복수 자동 운반 차의 속력을 각각 제어하는 컨트롤러 모듈을 포함하는 자동 운반 차 시스템.

청구항 11

작업장 정보 및 자동 운반 차의 운영 설계 정보를 입력하고,

상기 작업장 정보에 기초하여 작업장의 흐름 경로를 결정하고,

상기 작업장의 흐름 경로와 운영 설계 정보에 기초하여 자동 운반 차 시스템을 모델링하고,

상기 모델링된 자동 운반 차 시스템의 시뮬레이션을 수행하고,

상기 시뮬레이션의 결과를 표시하는 자동 운반 차 시스템의 시뮬레이션 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 작업장의 흐름 경로를 결정하는 것은,

상기 작업장 정보에 기초하여 양방향 흐름 경로 작업장을 생성하고,

상기 양방향 흐름 경로 작업장의 정보에 타부탐색 알고리즘을 적용하여 일방향 흐름 경로를 결정하고,

상기 양방향 흐름 경로 작업장에 상기 일방향 흐름 경로를 적용하여 일방향 흐름 경로 작업장을 생성하는 것을 더 포함하는 자동 운반 차 시스템의 시뮬레이션 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 자동 운반 차의 운영 설계 정보를 변경하고,

상기 변경된 운영 설계 정보가 적용된 상기 자동 운반 차 시스템의 시뮬레이션을 수행하고,

상기 시뮬레이션의 결과에 기초하여 최적의 운영 설계 정보를 결정하는 것을 더 포함하는 자동 운반 차 시스템의 시뮬레이션 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 운영 설계 정보에 기초하여 상기 자동 운반 차의 작업 순서를 생성 및 저장하고,

상기 작업장 정보와 상기 작업 순서에 기초하여 상기 자동 운반 차가 이동해야 하는 작업장 사이의 최단 거리의 이동 경로를 생성 및 저장하는 것을 더 포함하는 자동 운반 차 시스템의 시뮬레이션 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자동 운반 차 시스템 및 그의 시뮬레이션 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 자동 운반 차 시스템

의 모델링 및 시뮬레이션을 수행하는 자동 운반 차 시스템 및 그의 시뮬레이션 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 오늘날 과학기술의 발전에 따른 생산현장의 자동화로 인하여 생산현장의 많은 부분에서 자재취급 장비가 사용되고 있으며, 생산성의 증대와 다양한 소비자 요구에 대한 대응을 위한 생산시스템의 연구가 진행되고 있다. 이에 맞추어 기업의 생산시스템은 고정생산시스템, 유연생산시스템, 재구성가능생산시스템(RMS: Reconfigurable Manufacturing Systems) 등의 형태로 발전하고 있다. 위의 시스템들의 성능은 자재취급시스템의 유연성에 크게 좌우되기 때문에, 생산시스템의 유연성과 효율성을 동시에 만족시킬 수 있는 자재취급시스템이 필요하다. 이러한 유연성과 효율성을 동시에 만족시킬 수 있는 자재취급시스템으로는 자동 운반 차(AGV: Automated Guided Vehicle) 시스템이 있다.
- [0003] 즉, 다양한 물자를 다양한 적재 및 하역지점으로 운반하는 데 적합한 AGV 시스템은 이들 시스템의 전체 성능을 결정하는 중요한 역할을 담당하고 있고, 물류창고, 컨테이너 터미널 등과 같이 물자의 이동 요구가 많은 곳에서 사용되고 있으며 그 사용 범위도 확대되고 있다.
- [0004] AGV 시스템은 생산시스템의 성능을 결정하는 중요 요인으로서 최적설계안의 도출이 필수적이다. 이에 따라 AGV 시스템의 실제 설치에 앞서 설계에 대한 검증과 최적대안의 분석이 필요하다. 여기서 AGV 시스템의 설계는 시스템 설계와 운영 설계로 구분할 수 있고, 이 중 시스템 설계의 요소에는 AGV 대수와 종류의 결정, 단위화물의 크기, 적재 및 하역지점의 위치, 작업장 배치, AGV의 이동 경로의 설계, 주차장의 위치가 있으며, 운영 설계의 요소에는 AGV의 운영을 위한 AGV 발주법, AGV 제어, AGV의 스케줄러, AGV의 이동경로 설정 등이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0005] 이러한 AGV 시스템의 효율적인 설계를 위해서는 각 설계 요소들을 통합적으로 고려해야 하나 AGV 시스템의 설계 요소들은 서로 상호작용을 하면서 동시에 발생하여 AGV 시스템의 성능에 영향을 미치게 된다.
- [0006] 또한 AGV 시스템의 설계 및 검증, 대안분석을 위해 각 설계 요소에 따라 시스템을 수리적 방법을 이용하여 모델링 및 분석하였으나, 이는 시스템의 복잡성으로 인해 정확한 성능을 검증하기 어렵다. 이를 위해 상용 시뮬레이션 소프트웨어를 이용한 시뮬레이션 방법이 주로 사용되고 있으나, 상용 시뮬레이션 소프트웨어는 설치의 복잡성과 구입에 따른 비용이 많이 들어간다. 또한 주어진 작업장 환경에 따른 시뮬레이션을 위해 직접 AGV 시스템을 모델링해야 하는 전문성이 필요하며 모델링에 따른 시간이 많이 소요된다.
- [0007] 이와 같은 문제를 해결하기 위한 본 발명의 목적은 AGV 시스템의 설계 검증 및 최적 설계안 도출을 위한 설계 요소들을 사용자가 직접 입력하고, 사용자에게 의해 입력된 설계 요소들을 통합하여 AGV 시스템을 모델링함으로써 AGV 시스템의 설계 시 사용자가 AGV 시스템의 모델링을 용이하게 수행하는 자동 운반 차 시스템 및 그의 시뮬레이션 방법을 제공하는데 있다.
- [0008] 본 발명의 다른 목적은 사용자가 AGV 시스템의 시뮬레이션 결과와 상황을 시각적으로 식별 가능한 AGV 시스템 및 그의 시뮬레이션 방법을 제공하는데 있다.
- [0009] 본 발명의 또 다른 목적은 타부탐색을 이용하여 근사최적의 일방향 흐름경로를 가지는 최적의 AGV 시스템을 설계하고, 이 AGV 시스템의 시뮬레이션이 가능한 AGV 시스템 및 그의 시뮬레이션 방법을 제공하는데 있다.

과제 해결수단

- [0010] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 기술적인 수단은 작업장 정보 및 자동 운반 차의 운영 설계 정보를 입력하는 사용자 인터페이스 유닛; 작업장 정보에 기초하여 작업장의 흐름 경로를 결정하고, 작업장의 흐름 경로와 운영 설계 정보에 기초하여 작업장에서 자동 운반 차의 운영을 모델링 및 시뮬레이션 하는 시뮬레이션 엔진 유닛을 포함한다.
- [0011] 사용자 인터페이스 유닛은, 시뮬레이션의 결과를 표시한다.
- [0012] 작업장의 흐름 경로는, 타부탐색 알고리즘에 기초하여 생성된 일방향의 흐름 경로이다.
- [0013] 작업장 정보는 작업장을 이루는 각 노드의 좌표, 각 노드 사이의 거리, 적재 지점과 하역 지점의 좌표를 포함하

고 운영 설계 정보는 자동 운반 차의 수, 자동 운반 차의 속력, 자동 운반 차의 발주법을 포함한다.

[0014] 자동 운반 차의 발주법은 복수의 발주법으로 이루어지고, 사용자 인터페이스 유닛은, 사용자에게 의해 선택된 발주법에 대응하는 자동 운반 차의 작업완료 시간을 표시한다.

[0015] 운영 설계 정보는 자동 운반 차의 주차장 좌표를 더 포함하고, 사용자 인터페이스 유닛은, 사용자에게 의해 선택된 자동 운반 차의 주차장 좌표에 대응하는 자동 운반 차의 작업 완료 시간을 표시하고, 사용자에게 의해 선택된 발주법과 주차장의 좌표에 대응하는 자동 운반 차의 작업 할당량을 표시한다.

[0016] 시뮬레이션 엔진 유닛은, 발주법에 기초하여 자동 운반 차의 작업 순서를 생성 및 저장하는 스케줄러와, 작업장 정보와 작업 순서에 기초하여 자동 운반 차가 이동해야 하는 작업장 사이의 최단 거리의 이동 경로를 저장하는 이동 경로 저장기를 포함한다.

[0017] 시뮬레이션 엔진 유닛은, 자동 운반 차의 수가 복수인 경우 복수 자동 운반 차의 위치를 모니터링하고, 복수 자동 운반 차의 위치에 기초하여 복수 자동 운반 차의 속력을 각각 제어하는 컨트롤러 모듈을 포함한다.

[0018] 본 발명의 기술적인 방법은 작업장 정보 및 자동 운반 차의 운영 설계 정보를 입력하고, 작업장 정보에 기초하여 작업장의 흐름 경로를 결정하고, 작업장의 흐름 경로와 운영 설계 정보에 기초하여 자동 운반 차 시스템을 모델링하고, 모델링된 자동 운반 차 시스템의 시뮬레이션을 수행하고, 시뮬레이션의 결과를 표시한다.

[0019] 작업장의 흐름 경로를 결정하는 것은, 작업장 정보에 기초하여 양방향 흐름 경로 작업장을 생성하고, 양방향 흐름 경로 작업장의 정보에 타부탐색 알고리즘을 적용하여 일방향 흐름 경로를 결정하고, 양방향 흐름 경로 작업장에 일방향 흐름 경로를 적용하여 일방향 흐름 경로 작업장을 생성하는 것을 더 포함한다.

[0020] 자동 운반 차의 운영 설계 정보를 변경하고, 변경된 운영 설계 정보가 적용된 자동 운반 차 시스템의 시뮬레이션을 수행하고, 시뮬레이션의 결과에 기초하여 최적의 운영 설계 정보를 결정하는 것을 더 포함한다.

[0021] 운영 설계 정보에 기초하여 자동 운반 차의 작업 순서를 생성 및 저장하고, 작업장 정보와 작업 순서에 기초하여 자동 운반 차가 이동해야 하는 작업장 사이의 최단 거리의 이동 경로를 생성 및 저장하는 것을 더 포함한다.

효 과

[0022] 본 발명에 따르면, AGV 시스템의 설계 검증 및 최적설계안 도출을 위한 설계 요소들을 사용자가 직접 입력할 수 있고 사용자에게 의해 입력된 설계 요소들을 통합하여 AGV 시스템을 자동으로 모델링할 수 있어 AGV 시스템의 모델링에 따른 소요 시간을 줄 일 수 있고, 또한 사용자에게 의해 입력된 설계 요소들이 반영된 AGV 시스템의 시뮬레이션 결과를 사용자에게 제공함으로써 AGV 시스템의 성능 검증이 용이하고, 그 성능의 정확도를 높일 수 있다.

[0023] 즉, AGV 시스템의 설계 요소를 이용하여 AGV 시스템의 모델링 및 시뮬레이션을 자동으로 수행하고 그 결과를 애니메이션 및 보고서로 생성하여 사용자에게 제공함으로써 사용자는 AGV 시스템의 시뮬레이션 결과 및 AGV 시스템의 상태를 확인할 수 있다. 이에 따라 사용자는 AGV 시스템의 시뮬레이션을 통해 도출된 결과를 바탕으로 최적의 AGV 시스템을 용이하게 설계하고 이를 검증할 수 있으며 각 설계 요소의 변경 및 AGV 발주법의 변화에 따른 성능을 비교 할 수 있다.

[0024] 또한 AGV 시스템의 부하를 줄이기 위해 타부탐색을 이용하여 근사최적의 일방향 흐름경로(Unidirectional AGV flow path)를 AGV 시스템의 모델링 시 적용함으로써 최적의 AGV 시스템을 설계할 수 있는 일방향 AGV 시스템을 사용자에게 제공하고, 사용자가 일방향 AGV 시스템의 시뮬레이션 결과와 상황을 시각적으로 확인할 수 있다.

[0025] 또한 자동 운반 차 시스템(AGVS)은 비정형화된 작업장에서도 자동 운반 차 시스템의 설계 및 검증을 할 수 있는 유연성이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0026] 이하에서는 첨부도면을 참조하여 본 발명에 대해 상세히 설명한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차 시스템(Automated Guided Vehicle System)의 구성도로서, 자동 운반 차 시스템은 사용자 인터페이스(UI: User Interface) 유닛(100), 요구분석 유닛(200), 시뮬레이션 엔진 유닛(300)을 포함한다.

- [0028] 사용자 인터페이스(UI: User Interface) 유닛(100)은 입력부(110), UI(사용자 인터페이스) 컨트롤러(120), 표시부(130)를 포함한다.
- [0029] 입력부(110)는 노드(Node)와 아크(Arc)로 구성된 작업장의 각 노드의 좌표, 각 노드 사이의 거리 행렬 정보, 각 작업장의 적재지점과 하역지점의 좌표, AGV의 이동 경로의 설계, AGV 시스템의 각 작업장 사이의 이동 물류량(Work List) 등의 작업장 정보를 사용자로부터 입력받고, AGV 시스템 설계 시 AGV 시스템의 설계 검증 및 최적 설계안 도출을 위한 설계 요소들의 정보를 사용자로부터 입력받으며, 사용자에게 의해 입력된 정보를 UI컨트롤러(120)로 전송한다. 여기서 AGV 시스템의 설계 요소는 AGV 대수, 종류, 속력, 단위화물의 크기, 주차장의 좌표, AGV의 운영을 위한 AGV 발주법 등이 있다.
- [0030] UI컨트롤러(120)는 입력부(110)로부터 전송된 작업장 정보와 설계 요소들의 정보를 요구분석 유닛(200)으로 전송하고, 시뮬레이션 엔진 유닛(300)에서 전송된 일방향 AGV 시스템의 시뮬레이션 결과 및 상태에 대응하는 애니메이션 및 보고서(report)를 표시부(130)로 전송한다.
- [0031] 표시부(130)는 시뮬레이션 보고서 창과 애니메이션 창을 가지고, 이 두 창을 통해서 UI컨트롤러(120)로부터 전송된 일방향 AGV 시스템의 시뮬레이션 결과 및 상태를 애니메이션 및 보고서(report)로 표시한다. 여기서 AGV 시스템의 결과는 AGV 시스템의 총 작업완료시간, 각 AGV의 작업시간과 공차시간, 각 AGV의 이동거리, 각 AGV의 할당된 작업량, 각 AGV의 이용률, AGV 대수에 따른 작업완료시간 변화, 발주법의 변화에 따른 작업시간 변화, 주차장의 위치에 따른 작업시간의 변화가 있다.
- [0032] 이에 따라 사용자는 표시부(130)를 통한 시뮬레이션을 통해 도출된 결과를 바탕으로 최적의 AGV 시스템의 설계에 대한 검증을 용이하게 할 수 있고, 각 설계 요소들의 변화에 대한 성능을 비교 할 수 있다.
- [0033] 요구분석 유닛(200)은 사용자요구분석모듈(210) 및 데이터베이스(220)를 포함한다. 여기서 사용자요구분석모듈(210)은 사용자 인터페이스 유닛(100)의 UI컨트롤러(120)로부터 전송된 AGV 시스템의 설계 요소들의 정보를 분석하여 시뮬레이션 엔진 유닛(300)에 포함된 각 생성부(310, 320, 330)에 전달될 수 있도록 분석된 설계 요소들의 정보를 구분하고, 구분된 설계 요소들의 정보를 데이터베이스(220)로 전송한다. 이에 따라 데이터베이스(220)는 사용자요구분석모듈(210)로부터 전송된 설계 요소들의 정보를 구분지어 저장한다.
- [0034] 시뮬레이션 엔진 유닛(300)은 사용자요구분석모듈(210)로부터 전송된 설계 요소들의 정보에 기초하여 AGV 시스템 시뮬레이션을 위한 가상의 작업장을 자동으로 생성하는 AGV 레이아웃 생성부(310), 사용자요구분석모듈(210)로부터 전송된 설계 요소들의 정보에 기초하여 AGV의 운영계획을 수립하고 시뮬레이션에 사용할 AGV를 생성하는 AGV 운영계획 생성부(320), 이 두 생성부(310, 320)에서 생성된 정보를 하나로 통합하여 AGV 시스템의 성능을 시뮬레이션 및 검증하기 위해 AGV 시스템을 모델링하며, 모델링된 AGV 시스템과 설계 요소들의 정보를 통합하여 시뮬레이션을 수행하는 통합 AGV 시스템(AGVS: AGV System) 생성부(330)를 포함한다.
- [0035] 이러한 시뮬레이션 엔진 유닛(300)에 포함된 각 생성부(310, 320, 330)를 도 2를 참조하여 설명하도록 한다. 여기서, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차 시스템에 포함된 시뮬레이션 엔진 유닛(300)의 상세 구성도이다.
- [0036] AGV 레이아웃 생성부(310)는 시뮬레이션을 위한 AGV 시스템의 자동 모델링 과정에서 AGV 시스템의 양방향 흐름 경로 작업장을 생성하는 작업장 생성모듈(311), AGV의 근사최적의 일방향 이동경로를 생성하는 AGV 일방향 흐름 경로 생성모듈(312)을 가진다. 이러한 AGV 레이아웃 생성부(310)는 두 모듈(311, 312)에서 생성된 정보를 하나로 통합하여 AGV 시스템의 시뮬레이션을 위한 근사최적의 일방향 흐름경로 작업장을 생성한다. 이를 도 3을 참조하여 좀 더 구체적으로 설명한다. 여기서, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차 시스템에서 일방향 흐름경로 작업장이 생성되는 일방향 흐름경로 작업장의 생성 예시도이다.
- [0037] 작업장 생성모듈(311)은 사용자요구분석모듈(210)로부터 전송된 노드의 수, 노드의 좌표, 각 노드 주변에 연결된 아크 데이터, 아크의 수와 아크의 좌표, 아크의 길이 데이터, 적재지점과 하역지점의 수와 각 지점의 좌표 데이터 등의 작업장 정보를 이용하여 노드를 생성하고 생성된 노드들 사이를 연결할 아크를 생성하며, 또한 적재지점과 하역지점을 생성하고 생성된 각각의 작업장 요소들을 하나로 통합하여 시뮬레이션에 사용하게 될 AGV 시스템의 양방향 흐름경로 작업장을 자동으로 생성한다.
- [0038] 일방향 흐름경로 생성모듈(312)은 작업장 생성모듈(311)에서 생성된 양방향 흐름경로 작업장과 타부탐색을 이용하여 AGV 시스템의 시뮬레이션에 사용될 작업장에 근사최적의 일방향 흐름경로를 생성한다. 즉, 일방향 흐름경로의 설계는 AGV 시스템에서 성능을 결정하는 중요한 요소로, AGV 시스템의 일방향 흐름경로 설계는 작업장 생

성모듈(311)에서 생성된 AGV 시스템의 양방향 흐름경로 작업장 정보와 사용자요구분석모듈(210)로부터 각 작업장 간의 이동 물류량(Work List) 데이터가 주어질 때, 타부탐색(Tabu search Algorithm)을 이용하여 총 물류비를 최소화하는 흐름경로로 방향을 결정한다.

[0039] 이와 같이 결정된 흐름경로는 작업장을 구성하는 각각의 노드와 노드 사이의 일방향성을 의미한다. 이에 따라 AGV는 시물레이션 시 각각의 노드와 노드 사이에 결정된 일방향을 따라 작업장을 이동한다.

[0040] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차 시스템에 포함된 AGV 운영계획 생성부(320)의 상세 구성도로, 이를 참조하여 AGV 운영계획 생성부(320)를 설명하도록 한다.

[0041] AGV 운영계획 생성부(320)는 AGV의 발주 계획을 생성하는 AGV 발주계획 생성모듈(321), 사용자 요구에 맞는 AGV의 속성을 결정하는 AGV 속성결정 모듈(322), 각 AGV가 선택된 발주 계획에 의해서 주어진 작업을 수행할 경우에 AGV의 이동경로를 설정해 주는 통합 AGV 이동경로 생성 모듈(323)을 가진다.

[0042] AGV의 발주 계획 생성 모듈(321)은 사용자 요구분석 모듈(210)에서 전송된 AGV 발주법을 생성하며, 선택된 발주법이 적용된 AGV 시스템의 성능을 평가한다. 여기서 AGV 발주법은 이용률이 가장 낮은 AGV를 선택하는 최소 이용률 할당 정책(발주법1), 운행 중인 AGV들 중에서 임의의 AGV를 선택하는 랜덤 할당 정책(발주법2), 작업장으로부터 가장 가까운 거리의 AGV를 선택하는 근접 할당 정책(발주법3), 작업장으로부터 가장 먼 거리의 AGV를 선택하는 원거리 할당 정책(발주법4)이 있다.

[0043] 사용자 요구분석 모듈(210)에서 전송된 AGV 발주법은 사용자에게 의해 선택되어진 것으로, 사용자는 각 AGV 발주법을 AGV 시스템에 적용하고 각 AGV 발주법에 따른 AGV의 총 작업완료 시간을 비교함으로써 최적의 AGV 발주법을 선택할 수 있다. 그리고 AGV의 발주 계획 생성 모듈(321)은 시물레이션을 위해 모델링된 AGV 시스템에서 작업 가능한 AGV를 생성하고, 여기서 작업 가능한 AGV는 생성된 AGV 발주법에 따라 작업을 할당받으며, 할당 받은 작업을 해당 AGV 속성 결정 모듈(322)의 AGV 스케줄러로 전송한다. 이때 작업 가능한 AGV는 해당 AGV가 작업을 수행해야 하는 작업장의 순서인 AGV 스케줄러에 따라 작업을 수행하며 주어진 작업물을 운반한다.

[0044] AGV 속성 결정 모듈(322)은 사용자 요구분석 모듈(210)로부터 전송된 AGV 시스템의 운영 설계 정보를 이용하여 시물레이션에 사용하기 위한 AGV 객체를 생성한다. 이때 작업 가능한 AGV 대수(AGV_num)에 대응하는 AGV 객체를 생성한다. 여기서 AGV 시스템의 운영 설계 정보는 AGV의 대수, AGV의 속도, 적재 및 하역지점의 좌표가 있다. 그리고, AGV 속성 결정 모듈(322)의 각 AGV 객체는 사용자 요구분석 모듈(210)로부터 전송된 AGV의 속도를 저장하는 AGV 속도 저장기와, AGV의 작업 순서를 저장하는 AGV 스케줄러와, 하나의 작업장에서 다른 작업장으로 이동 시 통과해야 하는 노드 순서인 각 작업장 사이의 최단거리 이동경로를 저장하는 AGV 이동경로 저장기와, 시물레이션 수행 시 AGV의 이동거리를 저장하는 거리 저장기를 포함한다.

[0045] AGV 이동경로 생성 모듈(323)은 각 작업장의 위치정보, 각 작업장의 적재 및 하역 지점 좌표, AGV의 작업스케줄러에 있는 작업정보를 이용해서 각 AGV가 이동해야 할 작업장 사이의 최단거리 경로를 생성하고, 생성된 작업장 사이의 최단거리 경로를 AGV 속성 결정 모듈(322)의 AGV 이동경로 저장기로 전송한다. 여기서 AGV 최단거리 이동경로는 다익스트라 알고리즘(Dijkstra Algorithm)을 이용하여 생성하고, 작업장을 구성하는 노드의 번호가 이동경로 저장기에 저장된다. 이에 따라 AGV는 AGV 이동경로 저장기에 저장되어 있는 노드의 순서를 따라서 작업장을 이동한다.

[0046] 통합 AGV 시스템(AGVS: AGV System) 모델 생성부(330)는 AGV 레이아웃 생성부(310)와 AGV 운영계획 생성부(320)의 각 모듈의 정보를 통합하여 도 5에 도시된 바와 같이 AGV 시스템의 시물레이션을 위한 AGV 시스템을 모델링하는 일방향 AGV 시스템(AGVS) 시물레이션 엔진 모듈(331), 시물레이션 수행 시 AGV 시스템의 작업장을 구성하는 각 노드에서의 AGV의 충돌을 컨트롤하는 AGV 시스템(AGVS) 컨트롤러 모듈(332), AGV 시스템의 시물레이션 결과에 대응하는 애니메이션 및 보고서를 생성하는 시물레이션 리포트모듈(333)을 가진다.

[0047] 일방향 AGVS 시물레이션 엔진모듈(331)은 시물레이션을 통해서 AGV 시스템의 설계 검증 및 각 대안에 대한 평가를 하고, 시스템의 총 작업완료시간, 각 AGV의 작업시간, 공차시간, 이동거리, 할당된 작업량, 이용률, AGV 대수에 따른 작업완료시간 변화, 발주법의 변화에 따른 작업시간 변화, 주차장의 위치에 따른 AGV 시스템의 시물레이션 결과를 판단하고, 이 결과를 시물레이션 리포트모듈(333)로 전송한다.

[0048] AGVS 컨트롤러 모듈(332)은 시물레이션 시 작업을 수행하는 각 AGV의 위치를 모니터링하여 각 AGV의 위치 정보를 계속 업데이트하고, 각 AGV의 업데이트된 위치 정보에 기초하여 각 AGV의 속력을 제어한다. 좀 더 구체적으로 설명하면, 일방향 흐름경로 작업장에서는 작업장의 특성상 모든 AGV의 속력이 같다고 가정하였을 때 노드 지점 등에서 AGV 간의 충돌이 발생할 수 있으므로, 이를 방지하기 위하여 일방향 흐름경로 작업장에서 AGV의 위치

정보를 이용하여 시간창(Time-window)을 생성하고, 이를 이용하여 AGV 충돌을 예측한다. 그리고 충돌이 예측될 경우 충돌예상 AGV 중에서 노드와 같은 충돌 지점에 늦게 도착하는 AGV를 노드 부근에서 대기시켜 충돌을 피하게 한다.

- [0049] 또한 AGVS 컨트롤러 모듈(332)은 각 AGV의 작업이 종료되면 AGV의 주차장의 위치인 주차장의 좌표에 기초하여 각 AGV를 현재 위치에서 주차장으로 이동시킨다. 이때 주차장의 좌표는 AGV 모두 동일하게 설정하는 것도 가능하고, 각 AGV의 현재 위치, AGV의 다음 작업의 시작 위치, 작업장의 크기 등에 따라 AGV 마다 상이하게 설정하는 것도 가능하다.
- [0050] 시뮬레이션 리포트모듈(333)은 일방향 AGVS 시뮬레이션 엔진모듈(331)에서 전송된 시스템의 총 작업완료시간, 각 AGV의 작업시간, 공차시간, 이동거리, 할당된 작업량, 이용률, AGV 대수에 따른 작업완료시간 변화, 발주법의 변화에 따른 작업시간 변화, 주차장의 위치에 따른 AGV 시스템의 시뮬레이션 결과에 대응하는 애니메이션 및 보고서를 생성하고, 생성된 애니메이션 및 보고서를 사용자 인터페이스 유닛(110)의 표시부(130)로 전송한다.
- [0051] 이와 같이 사용자로부터 입력받은 정보를 이용하여 AGV 시스템의 레이아웃 생성, AGV 운영계획 생성, 통합 AGV 시스템 생성을 통한 시뮬레이션 과정을 자동화함으로써, 기존의 결정론적인 방법의 시뮬레이션의 한계와 상용 소프트웨어의 시뮬레이션을 위한 일련의 과정을 개선할 수 있다.
- [0052] 또한 사용자는 작업장 정보, AGV 대수, 속력, AGV의 주차장의 위치, 발주법을 AGV 시스템에 입력하고, AGV 시스템은 이 정보를 하나로 통합하여 AGV 시스템을 자동으로 모델링하고 이의 시뮬레이션을 수행하며, 시뮬레이션 애니메이션 창과 보고서 창을 통해서 주어진 AGV 시스템의 총 작업완료시간, 사용된 각 AGV의 이동거리, 공차거리, 총 이동거리, 이용률, 그리고 AGV의 속력과 대수, 발주법 변화에 대한 작업시간 등 시뮬레이션 결과를 사용자에게 제공함으로써 사용자는 AGV 시스템의 설계 검증 및 효과적인 대안을 용이하게 설정할 수 있고, 또한 이에 따른 결과를 빠르게 확인할 수 있다.
- [0053] 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차 시스템의 모델링 및 시뮬레이션 방법을 도 3 내지 도 5를 참조하여 설명한다.
- [0054] 사용자 인터페이스 유닛(100)의 입력부(110)를 통해 AGV 시스템의 모델링 및 시뮬레이션을 위한 설계요소들의 정보를 사용자로부터 입력받는다. 이때 사용자 인터페이스 유닛(100)은 입력된 설계요소들의 정보를 요구분석유닛(200)으로 전송한다.
- [0055] 여기서 설계 요소들의 정보는 노드(Node)와 아크(Arc)로 구성된 작업장의 각 노드의 좌표, 각 노드 사이의 거리, 행렬 정보, 각 작업장의 적재지점과 하역지점의 좌표와, AGV 시스템의 설계 검증 및 평가를 위한 AGV 속성을 결정하는 주차장의 좌표, 단위화물의 크기, AGV 발주법, AGV 대수, 종류, 속력, 각 작업장 사이의 이동 물류량(Work List) 등이 있다.
- [0056] 다음 요구분석유닛(200)의 사용자요구분석모듈(210)은 AGV 시스템의 설계 요소들의 정보를 분석하여 시뮬레이션 엔진 유닛(300)에 포함된 각 생성부에 전달될 수 있도록 분석된 설계 요소들의 정보를 구분하고, 구분된 설계 요소들의 정보를 데이터베이스(220)에 저장한다.
- [0057] 다음 시뮬레이션 엔진 유닛(300)은 사용자요구분석모듈(210)로부터 전송된 설계 요소들의 정보에 기초하여 시뮬레이션을 수행하면 양방향 흐름 경로 작업장을 생성하고, 양방향 흐름 경로 작업장에 타부 탐색을 적용시켜 AGV 시스템 시뮬레이션을 위한 가상의 일방향 흐름 경로 작업장을 자동으로 모델링한다.
- [0058] 다음 시뮬레이션에 사용하기 위한 작업 가능한 AGV 대수(AGV_num)에 대응하는 AGV 객체를 생성한다. 이때 각 AGV 객체는 AGV의 속력, AGV 발주법, AGV가 작업장의 순서인 작업 순서를 저장하고 있고, 하나의 작업장에서 다른 작업장으로 이동 시 통과해야 하는 노드 순서인 각 작업장 사이의 최단거리 이동경로를 저장하고 있으며 시뮬레이션 수행 시 AGV의 이동거리를 저장하고 있다. 여기서 작업장 사이의 최단거리 경로는 다익스트라 알고리즘(Dijkstra Algorithm)을 이용하여 생성된 것이다.
- [0059] 이와 같이 AGV 속력과 AGV 대수, AGV 발주법에 대응하는 AGV의 운영계획을 수립하고 이에 기초하여 시뮬레이션에 사용할 AGV를 생성하고, 일방향 흐름 경로 작업장 및 AGV의 운영계획을 통합하여 AGV 시스템의 성능을 시뮬레이션 및 검증하고 그 결과를 보고서 및 애니메이션을 통해 사용자에게 제공한다. 여기서 AGV의 운영계획의 수립을 도 6 내지 도 9를 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0060] 도 6은 9개의 작업장(WS1 내지 WS9)을 가지는 AGV 시스템의 모델링 예시도로, 사용자에 의해 입력된 설계 요소들의 정보에 의한 일방향 흐름경로를 가지는 9개의 작업장이 생성되고, AGV 10대가 작업장1과 인접한 위치의 주

차장에서 시물레이션을 수행하기 위해 대기한 상태를 도시하고 있다.

- [0061] 사용자는 AGV 시스템의 모델링에 가장 적합한 최적의 AGV 발주법을 선택하기 위해 AGV 시스템 모델링에 복수의 AGV 발주법(최소 이용률 할당 정책(발주법1), 랜덤 할당 정책(발주법2), 근접 할당 정책(발주법3), 원거리 할당 정책(발주법4))을 각각 적용하여 AGV의 총 작업완료 시간을 비교한다. 이때, 모든 AGV의 속력을 3으로 설정하고, 각 작업장을 AGV 주차장의 위치로 설정한 후 AGV의 적재 및 하역 시간은 전체 작업시간에서 고려하지 않은 상태에서 각 AGV 발주법(발주법 1 내지 발주법 4)을 AGV 시스템의 모델링에 적용한다.
- [0062] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 AGV 시스템에 입력한 각 발주법과 주차장 위치의 변화에 대한 시물레이션 결과에 대응하는 총 작업완료시간의 예시도이다.
- [0063] 시물레이션 결과 그래프의 가로 값은 9개의 각 작업장에 위치한 AGV의 주차장이고, 그래프의 세로 값은 각 주차장에서 복수 AGV 발주법을 적용했을 경우의 AGV의 총 작업완료 시간을 나타낸다.
- [0064] 각 AGV 발주법에 대한 총 작업완료시간을 비교해 보면, 발주법1과 발주법4는 전체작업완료시간이 주차장의 위치에 민감하게 반응하지 않음을 알 수 있고, 발주법2와 발주법3은 주차장의 위치에 따라 작업완료 시간이 민감하게 반응하였음을 알 수 있다. 결론적으로 발주법1(최소 이용률 할당 정책)이 가장 빠른 시간에 작업을 완료했음을 알 수 있어 모델링된 AGV 시스템에서 최적의 AGV 발주법은 발주법1임을 알 수 있다.
- [0065] 그리고 주차장 및 AGV 발주법 변화에 따른 각 AGV에 할당된 작업량을 판단함으로써 주차장을 하나로 설정하는 경우 해당 주차장에서의 최적의 AVG 발주법을 선택하는 것이 가능하다. 이를 도 8을 참조하여 설명한다.
- [0066] 도 8은 작업장 3(WS3)을 주차장으로 설정했을 경우 AGV 발주법 변화에 따른 각 AGV에 할당된 작업량 그래프로, 발주법3(근접 할당 정책), 발주법4(원거리 할당 정책)의 경우 적어도 하나의 AGV에게 작업이 많이 할당되면서 발주법1보다 전체 작업 완료시간이 늘어났음을 알 수 있다.
- [0067] 즉, 작업장 3(WS3)을 주차장으로 설정한 경우 AGV 발주법에 따른 시물레이션 결과를 통해 발주법 1(최소 이용률 할당 정책)과 발주법2(랜덤 할당 정책)는 각 AGV에 고르게 작업을 할당함을 알 수 있고, 발주법 3과 4는 적어도 하나의 AGV에 작업을 많이 할당함을 알 수 있다. 따라서 주차장 3에서는 발주법 1(최소 이용률 할당 정책) 또는 발주법2(랜덤 할당 정책)이 최적의 AGV 발주법임을 알 수 있다.
- [0068] 이와 같이 최적의 AGV 발주법과 주차장이 결정되면 사용자는 이를 선택하고 사용자 인터페이스 유닛(100)에 입력함으로써 AGV 시스템에 적용시킬 수 있다.
- [0069] 도 9는 선택된 AGV 발주법에서 AGV의 속력 및 AGV 대수의 변화에 대응하는 작업완료시간의 그래프로, AGV 시스템의 총 작업완료 시간이 가장 작게 측정된 AGV 발주법(발주법1: 최소 이용률 할당 정책)을 AGV 시스템에 적용시키고, AGV의 속력을 1, 2, 3으로, AGV 대수를 10대에서 11대, 12대로 증가시키며 시물레이션을 수행하여 AGV 시스템의 총 작업완료시간을 측정한 결과이다. 즉, 가로는 시물레이션에 사용한 AGV의 대수의 변화를 나타내며, 막대 그래프는 3가지 속력변화에 대한 총 작업완료 시간을 보여준다. 여기서 속력은 숫자가 작아질수록 빠른 것을 의미하는 것으로, 현재 주어진 작업장에서는 AGV의 대수와 속력이 증가되면 총 작업완료시간이 줄어드는 것을 알 수 있다. 이와 같이 AGV 시스템의 시물레이션 결과는 AGV 속성 등에 의해 결정된다.
- [0070] AGV 시스템을 통해 발주법 및 주차장의 위치와 같은 AGV의 속성에 따른 총 작업완료시간을 도출할 수 있고, 각 AGV의 작업 할당량에 따른 가용도를 사용자가 확인함으로써, 전체 AGV 시스템의 운영상황을 파악할 수 있다. 그리고, AGV 시스템 내에서 주어진 작업, AGV의 대수 및 작업장의 형태에 따라 최적의 발주법 및 주차장의 위치가 변할 수 있으므로, AGV 시스템을 통해 사용자는 원하는 AGV 시스템을 모델링하고 이의 시물레이션을 수행함으로써 최적의 설계 대안을 도출할 수 있으며, 이를 통해 최적의 일방향 AGV 시스템을 구축할 수 있다. 또한 자동 운반 차 시스템(AGVS)은 비정형화된 작업장의 설계 및 검증을 할 수 있는 유연성을 가지고 있다.

도면의 간단한 설명

- [0071] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차(AGV) 시스템의 구성도이다.
- [0072] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차(AGV) 시스템에 포함된 시물레이션 엔진 유닛의 상세 구성도이다.
- [0073] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차(AGV) 시스템에서 일방향 흐름경로 작업장의 생성 예시도이다.
- [0074] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차(AGV) 시스템에 포함된 AGV 운영계획 생성부의 상세 구성도이다.

[0075] 도 5는 및 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차(AGV) 시스템의 모델링 예시도이다.

[0076] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차(AGV) 시스템에서 각 발주법과 주차장 위치의 변화에 대한 총 작업완료시간 그래프이다.

[0077] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차(AGV) 시스템에서 선택된 주차장과 AGV 발주법 변화에 따른 각 AGV에 할당된 작업량 그래프이다.

[0078] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 자동 운반 차(AGV) 시스템에서 선택된 AGV 발주법과 AGV 속력, AGV 대수의 변화에 대응하는 작업완료시간의 예시도이다.

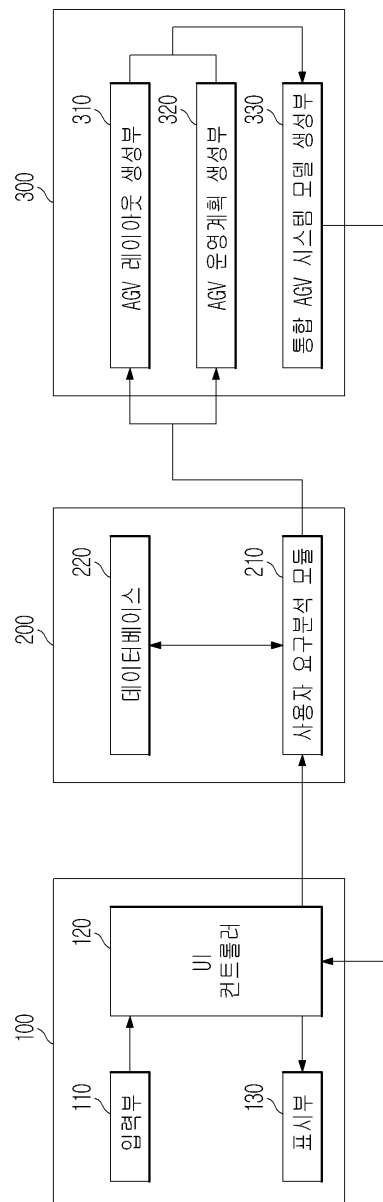
[0079] *도면의 주요부분에 대한 부호 설명*

[0080] 100: 사용자 인터페이스 유닛 200: 요구 분석 유닛

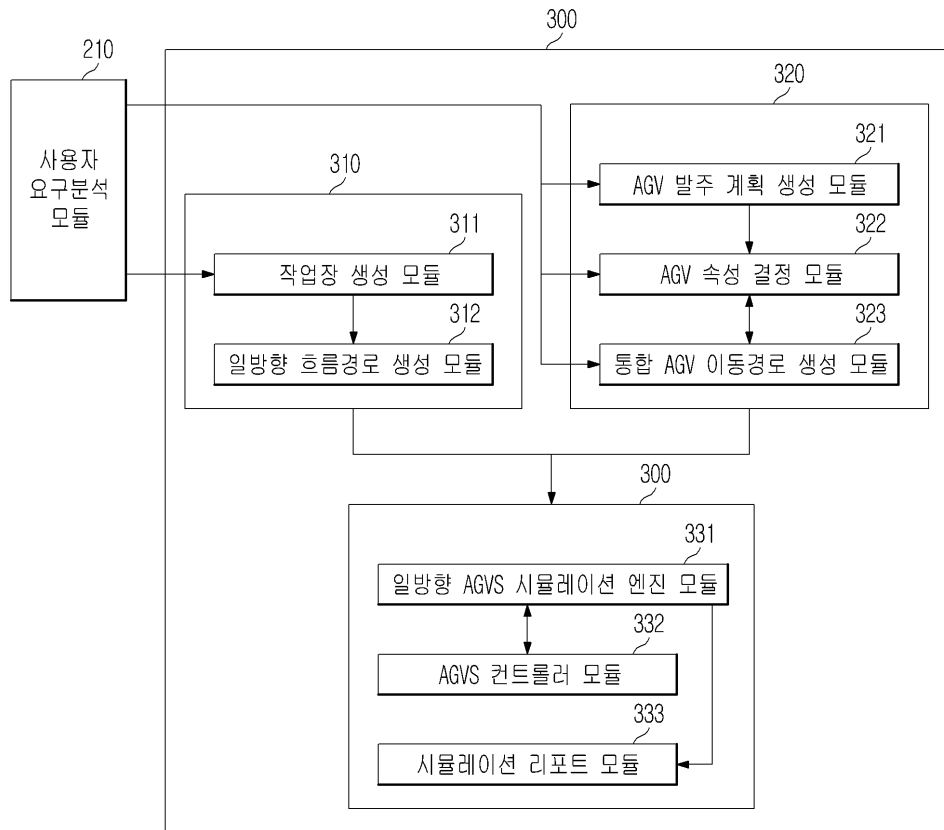
[0081] 300: 시뮬레이션 엔진 유닛

도면

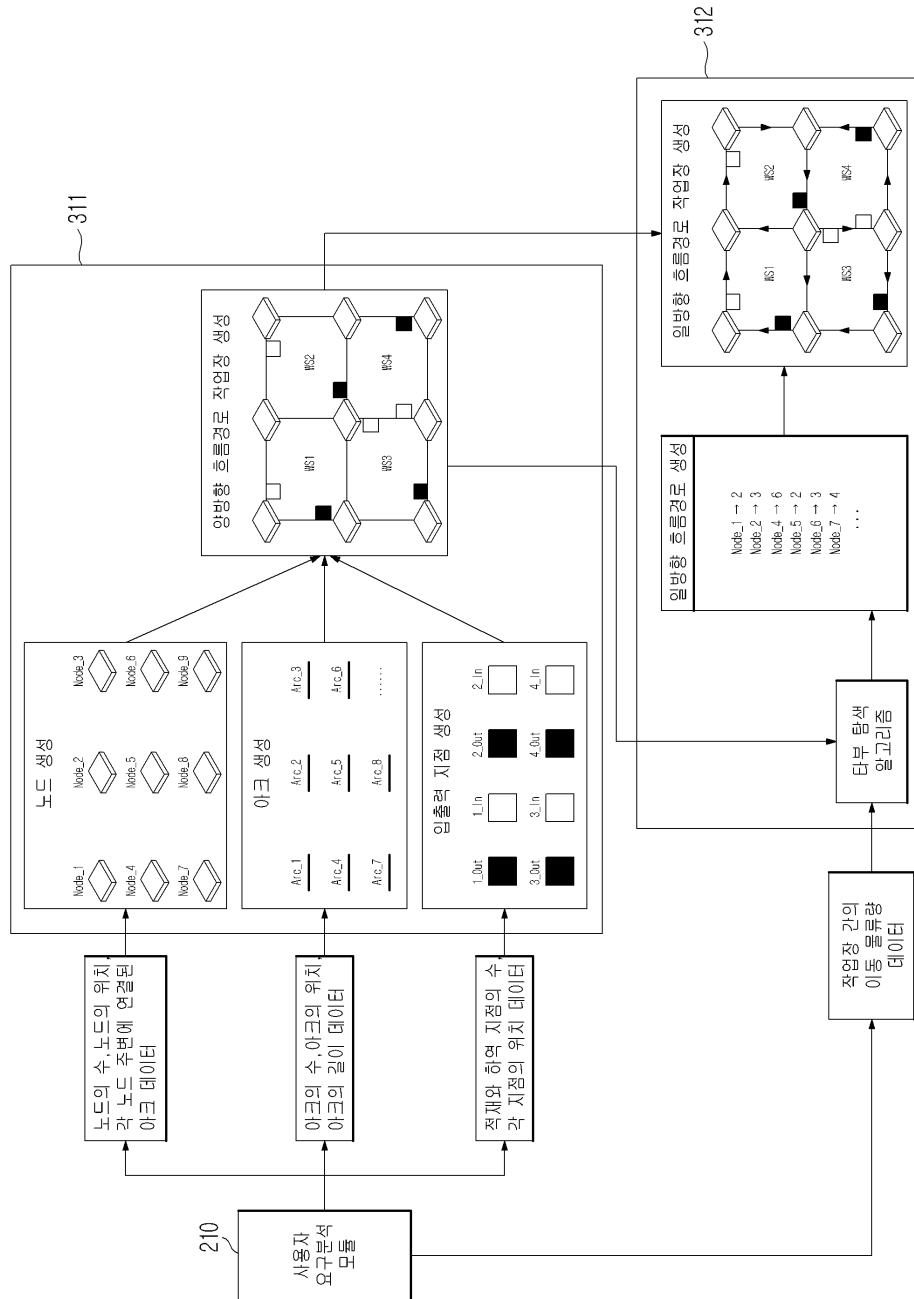
도면1



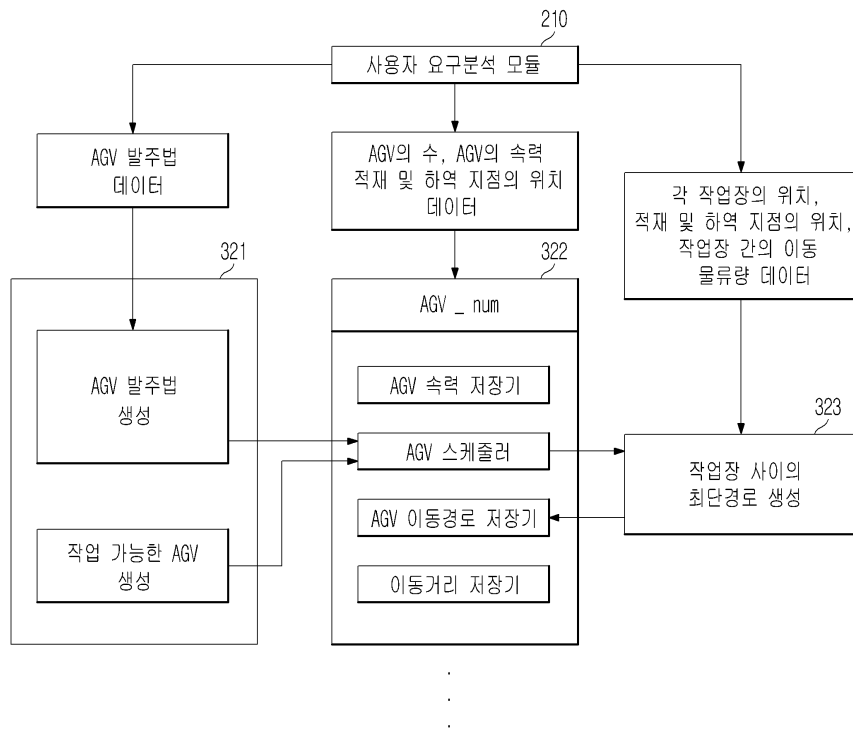
도면2



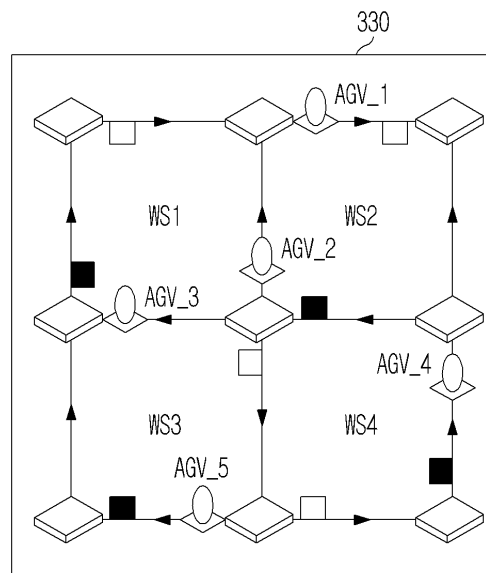
도면3



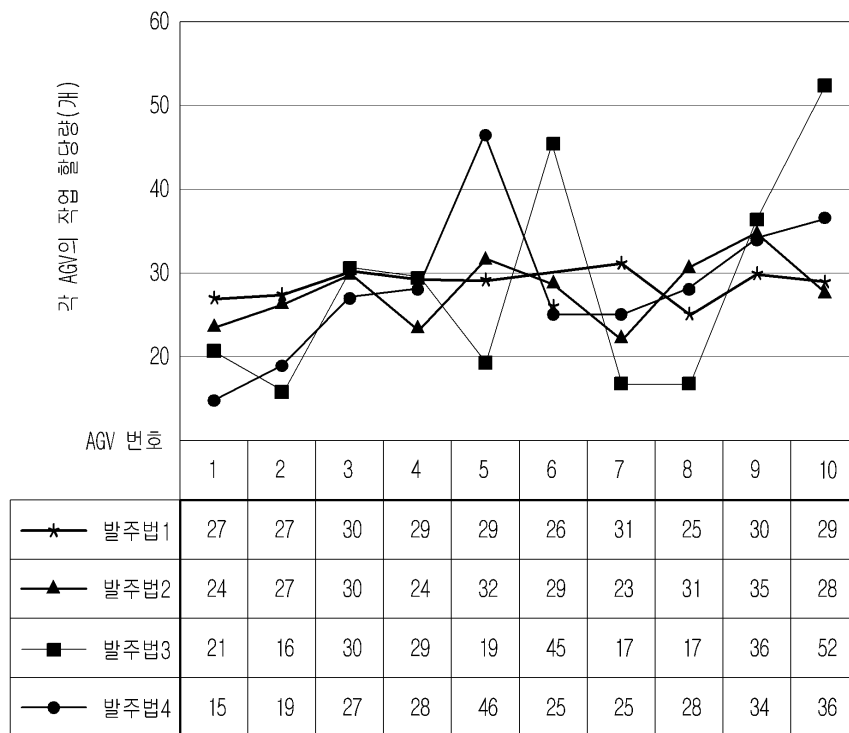
도면4



도면5



도면8



도면9

