



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.	(45) 공고일자	2007년08월10일
H04L 12/24 (2006.01)	(11) 등록번호	10-0748187
H04L 12/56 (2006.01)	(24) 등록일자	2007년08월03일

(21) 출원번호	10-2007-0053763	(65) 공개번호
(22) 출원일자	2007년06월01일	(43) 공개일자
심사청구일자	2007년06월01일	

(73) 특허권자 인하대학교 산학협력단
 인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자 이종식
 인천 남구 용현3동 인하대학교 하이테크관 1409호

 장성호
 인천 남구 용현3동 인하대학교 하이테크관 1407호

(74) 대리인 이원희

(56) 선행기술조사문헌	
KR1020060057875 A	KR1020040071220 A
KR1020040045673 A	KR1020010041668 A

심사관 : 신성길

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 노드 가용도 예측 기반의 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치및 방법

(57) 요약

본 발명은 대용량의 데이터를 처리하는 그리드 컴퓨팅 환경에서 효과적인 데이터 전송을 위해 그리드 노드의 네트워크 혼잡을 제어하는 장치 및 방법에 관한 것으로서, 그리드 응용 프로그램으로부터 처리를 요청받은 대용량 데이터의 분산 처리를 위해 데이터를 패킷단위로 분할하고 그리드 네트워크에 산재되어 있는 각 노드들을 이용해 분산 처리할 경우 발생 가능한 네트워크 혼잡을 회피, 제어하기 위해 그리드 노드의 사용 가능한 대역폭 및 큐의 크기 등을 고려하여 노드 가용도를 측정하고 전체 노드들의 노드 가용도의 평균치를 통계적 기법을 이용하여 예측한 후 이 예측치를 바탕으로 임계값을 계산하여 각 노드의 혼잡도 레벨을 나타내는 동적인 혼잡 구간을 설정하여 이를 기준으로 패킷 전송량을 제어하는 혼잡 제어 기법을 제공한다. 본 발명은 혼잡 제어를 통해 그리드 노드를 관리함으로써 혼잡으로 인해 발생하는 패킷 손실 및 패킷 지연을 최소화하고 패킷 처리율과 노드 사용률을 증가시켜 그리드 사용자에게 안정적인 데이터 전송 서비스와 함께 개선된 QoS(Quality of Service)를 제공하는 기술이다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

그리드 네트워크에서 사용가능한 그리드 노드들을 검색하고, 그리드 응용 프로그램으로부터 전달받은 데이터를 분할하여 패킷 조정부로 전송하거나 패킷 조정부로부터 처리된 패킷을 전송받아 취합한 후 결과 데이터로 변환하는 그리드 중개부;

상기 그리드 노드로부터 상태 정보를 취합하고 노드 정보에 관한 요청 메시지에 응답하여 상기 상태 정보를 제공하는 노드 관리부;

상기 노드 관리부로부터 제공받은 노드 상태 정보를 바탕으로 각 그리드 노드의 노드 가용도를 계산하고 전체 노드의 평균 노드 가용도를 예측하는 예측부; 및

상기 예측부로부터 전달받은 평균 노드 가용도를 기준으로 혼잡 구간을 설정하고, 각 그리드 노드의 추정된 혼잡 레벨에 따라 상기 그리드 중개부로부터 전송받은 패킷을 할당시키는 패킷 조정부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치.

청구항 2.

청구항 1 에 있어서, 상기 그리드 중개부는,

전체 그리드 네트워크에 연결된 그리드 노드들에 대한 등록 및 검색 기능을 제공하는 그리드 레지스트리;

그리드 응용 프로그램으로부터 전달받은 데이터를 패킷 단위로 분할한 뒤 상기 그리드 레지스트리에 저장된 그리드 노드를 검색하여 데이터 처리가 가능한 그리드 노드들을 관리하는 상기 패킷 조정부에 전달하는 작업요청모듈;

상기 패킷 조정부로부터 처리가 완료된 패킷들을 전송받아 취합하여 그리드 응용 프로그램이 요청한 데이터 포맷으로 변환하여 결과 데이터를 생성하는 결과 산출모듈; 및

를 포함하는 것을 특징으로 하는 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치.

청구항 3.

청구항 1 에 있어서, 상기 노드 관리부는,

일정 시간마다 현재 상태정보에 관한 요청 메시지를 그리드 노드들에게 전송하는 정보요청모듈;

상기 그리드 노드들로부터 현재 상태 정보에 관한 메시지를 수신하는 정보수신모듈;

상기 그리드 노드의 상태 정보를 저장하는 그리드 노드 데이터베이스; 및

상기 패킷 조정부 또는 예측부로부터 노드 정보 요청메시지를 수신하여 상기 그리드 노드 데이터베이스에 저장된 노드 상태 정보를 포함하는 노드 정보 리스트를 회신하는 정보송신모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치.

청구항 4.

청구항 1 에 있어서, 상기 예측부는,

노드 가용도 계산 및 예측에 필요한 노드 정보 리스트를 상기 노드 관리부에게 요청하는 리스트요청모듈;

상기 노드 정보 리스트를 기반으로 각 그리드 노드의 노드 가용도를 계산하는 가용도 계산모듈; 및

상기 노드 가용도의 평균값을 계산한 후 이중지수평활법을 이용하여 평균 노드 가용도를 예측하는 가용도 예측모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치.

청구항 5.

청구항 1 에 있어서, 상기 패킷 조정부는,

상기 예측부로부터 전달받은 평균 노드 가용도를 기준으로 혼잡 구간을 설정하고 상기 노드 관리부로부터 노드 정보를 불러온 후 각 노드의 혼잡 레벨을 추정하여 패킷 전송을 위한 노드 리스트를 정렬하는 혼잡구간 설정모듈;

상기 그리드 중개부로부터 전달받은 패킷들을 큐에 저장한 후 상기 정렬된 노드 리스트의 순서에 따라 저장된 패킷들을 순차적으로 각 그리드 노드에 전송하는 패킷전송모듈; 및

상기 리드 노드들로부터 처리가 완료된 패킷들을 전달받아 큐에 저장하고 해당 데이터의 모든 패킷처리 완료시 상기 그리드 중개부로 전송하는 결과전송모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치.

청구항 6.

그리드 중개부와 패킷 조정부와 노드 관리부 및 예측부로 이루어지는 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법에 있어서,

상기 노드 관리부가 일정 시간마다 각 그리드 노드로부터 상태 정보를 수집하고, 상기 패킷 조정부 또는 예측부로부터 노드 정보에 관한 요청메시지를 수신한 경우 상기 상태 정보를 포함하는 노드 정보 리스트를 회신하는 정보 요청, 수신 및 송신 과정;

상기 예측부가 상기 노드 정보 리스트를 기반으로 각 그리드 노드의 노드 가용도를 계산한 후 이중지수평활법을 이용하여 전체 그리드 노드의 평균 노드 가용도를 예측하는 노드 가용도 측정 및 평균 노드 가용도 예측 과정; 및

상기 패킷 조정부가 상기 예측부로부터 전달받은 상기 평균 노드 가용도를 기준으로 혼잡 구간을 설정하고 각 그리드 노드의 혼잡 레벨을 추정하여 패킷할당 우선순위를 부여하여 노드 리스트를 정렬하고, 상기 노드 리스트에 따라 분할된 패킷을 순차적으로 할당하는 혼잡구간 설정 및 패킷 할당 과정을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법.

청구항 7.

청구항 6 에 있어서, 상기 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법은

상기 정보 요청, 수신 및 송신 과정 이전에 상기 그리드 중개부가 사용가능한 그리드 노드들을 검색하고, 그리드 응용 프로그램으로부터 전달받은 데이터를 분할하여 상기 패킷 조정부로 분할된 패킷을 전송하는 데이터 분할 및 패킷 전송 과정을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법.

청구항 8.

청구항 6 에 있어서, 상기 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법은

상기 혼잡구간 설정 및 패킷 할당 과정 이후에 상기 그리드 중개부가 각 그리드 노드로부터 처리 완료된 패킷을 취합하여 결과 데이터를 생성하는 결과 데이터 생성 과정을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법.

청구항 9.

청구항 6 에 있어서, 상기 정보 요청, 수신 및 송신 과정은,

상기 노드 관리부가 일정 시간 간격으로 상태정보 요청메시지를 각 그리드 노드에게 전송하는 제 1 단계;

상기 그리드 노드가 상기 상태정보 요청메시지에 대한 결과메시지를 작성하여 회신하는 제 2 단계;

상기 노드 관리부가 상기 그리드 노드들로부터 전달받은 상태정보에 대한 결과메시지를 그리드 노드 데이터베이스에 저장하는 제 3 단계;

상기 노드 관리부가 상기 패킷 조정부 또는 예측부로부터 노드 정보에 관한 요청메시지를 수신할 경우, 처리중인 작업을 멈추고 노드 정보를 그리드 노드 데이터베이스로부터 추출하는 제 4 단계;

상기 노드 관리부가 그리드 노드 데이터베이스에서 추출한 각 노드의 정보를 리스트형태로 상기 패킷 조정부 또는 예측부로 전송하는 제 5 단계; 및

상기 노드 관리부가 노드 정보 리스트의 전송을 완료하고 인터럽트를 해제하여 대기상태에 있던 기존의 작업을 재실행하는 제 6 단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법.

청구항 10.

청구항 6 에 있어서, 상기 노드 가용도 측정 및 평균 노드 가용도 예측 과정은,

상기 예측부가 대기 상태에서 상기 패킷 조정부로부터 요청메시지를 수신하고 상기 노드 관리부에게 노드 정보 리스트를 요청하는 제 1 단계;

상기 예측부가 상기 노드 관리부로부터 전달받은 노드 정보 리스트를 바탕으로 각 그리드 노드의 노드 가용도를 계산하는 제 2 단계;

상기 예측부가 계산된 각 그리드 노드의 노드 가용도를 상기 그리드 노드 데이터베이스에 다시 저장하는 제 3 단계;

상기 예측부가 현재 시점의 전체 그리드 노드의 평균 노드 가용도를 계산하는 제 4 단계;

상기 예측부가 이중 지수 평활법을 이용하여 전체 노드의 평균 노드 가용도를 예측하는 제 5 단계; 및

상기 예측부가 예측된 평균 노드 가용도를 상기 패킷 전송부로 전송하고 대기상태로 변환하는 제 6 단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법.

청구항 11.

청구항 6 에 있어서, 상기 혼잡구간 설정 및 패킷 할당 과정은,

상기 패킷 조정부가 상기 그리드 중개부로부터 분할된 패킷을 전달받아 순차적으로 입력큐에 저장하는 제 1 단계;

상기 패킷 조정부가 평균 노드 가용도를 상기 예측부에 요청하여 전송받는 제 2 단계;

상기 패킷 조정부가 상기 노드 관리부로부터 각 그리드 노드 정보를 포함한 노드 정보 리스트를 요청하여 전송받는 제 3 단계;

상기 패킷 조정부가 상기 평균 노드 가용도와 노드 정보 리스트를 이용하여 혼잡 구간의 최고 임계값과 최저 임계값을 계산하는 제 4 단계;

상기 패킷 조정부가 상기 최고 임계값과 최저 임계값과 각 그리드 노드의 노드 가용도를 비교하여 혼잡 구간을 설정하는 제 5 단계;

상기 패킷 조정부가 상기 혼잡 구간을 이용하여 각 그리드 노드의 혼잡 상태를 추정하는 제 6 단계;

상기 패킷 조정부가 상기 각 그리드 노드의 혼잡 상태에 따른 패킷할당 우선순위를 부여하는 제 7 단계;

상기 패킷 조정부가 상기 우선순위와 사용가능한 큐의 크기 및 대역폭을 기준으로 노드 정보 리스트를 정렬하는 제 8 단계;

상기 패킷 조정부가 상기 입력큐에서 패킷을 추출하여 노드 정보 리스트의 그리드 노드들에게 순차적으로 전송하는 제 9 단계;

상기 패킷 조정부가 상기 그리드 노드들로부터 처리가 완료된 패킷들을 전달받아 출력큐에 저장하는 제 10 단계; 및

상기 패킷 조정부가 모든 완료된 패킷을 취합하여 상기 그리드 중개부로 전송하는 제 11 단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치 및 방법에 관한 것으로서, 특히 대용량의 데이터를 처리하는 그리드 컴퓨팅 환경에서 효과적인 데이터 전송을 위해 그리드 노드의 네트워크 혼잡을 제어하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

그리드 네트워크에서 혼잡은 네트워크 또는 장비가 처리할 용량을 초과했음을 나타낸다. 이러한 혼잡 상태는 급속히 패킷 지연을 증가시키고 그 상태가 지속될 경우 데이터 패킷들은 대기행렬에 놓이게 되고 이는 Queuing Delay를 발생시켜 패킷 손실 및 전반적인 지연과 함께 데이터의 손실을 야기한다.

그리드 응용 프로그램으로부터 요청받은 대용량의 데이터 전송 및 처리가 주목적인 그리드 네트워크에서는 다양한 대역폭과 제한된 저장 장치를 가지고 있는 각각의 그리드 노드들과 그리드 관리자 사이의 패킷 할당과 통신이 빈번히 발생하기 때문에 혼잡이 발생할 가능성이 비교적 높다.

현재 그리드 네트워크에서 흔히 사용되는 전송 프로토콜인 TCP는 그리드 노드가 혼잡 상태에 놓여있을 경우 한계치를 초과하여 할당된 패킷들을 무작위로 폐기하고 그리드 노드가 혼잡 상태를 벗어날 경우 패킷 재전송 메커니즘을 이용하여 폐기된 해당 패킷들을 다시 전송한다. 이것은 응답시간을 증가시켜 데이터처리의 지연을 불러일으키고 불안정한 네트워크 상태를 지속시킨다.

이를 해결하기 위해서는 그리드 네트워크에 적합한 별도의 네트워크 혼잡 제어 장치가 필요하다. 기존의 네트워크 혼잡 제어에 관한 연구들을 살펴보면 다음과 같다.

'Algorithms for Congestion Detection and Control' (Wu Liu, Hai-Xin Duan, Jianping Wu, Xing Li, and Ping Ren, LNCS 3252, pp. 374-381)은 혼잡 회피 및 제어를 위한 ECDC (Early Congestion Detection & Control gateway)와 혼잡 제어 방법을 제공한다.

그러나, 상기 방법은 각 노드의 평균 큐 사이즈를 계산하여 각 노드가 임계값을 초과할 경우 패킷을 폐기하거나 패킷의 헤더부분의 비트를 설정하여 혼잡 회피 및 제어 기능을 제공하지만 단일 매개변수를 기준으로 현재의 측정값만을 이용하여 혼잡을 제어함으로써 현재 발생된 혼잡이 가까운 미래에 재발할 가능성이 있다.

또 다른 네트워크 혼잡 제어 방법인 'FOBS: A Lightweight Communication Protocol for Grid Computing' (P. Dickens, LNCS 2790, pp. 938-946)은 계산그리드의 대용량 데이터 전송을 위한 사용자 레벨의 통신 메커니즘과 공격적인 혼잡 제어 방법을 제공한다. 이는 기존 TCP의 혼잡 제어 방법과 유사하게 혼잡 제어를 위해 패킷손실률을 이용하며 손실률이 임계값을 초과할 경우 전송률을 감소시켜 혼잡을 회피한다.

그러나, 이 연구에서는 패킷 손실이 발생한 후 적용되는 패킷 손실률을 기준으로 혼잡 상태를 판단하므로 초기 혼잡 검출과 회피가 어렵다는 단점이 있다.

또한, 종래의 네트워크 혼잡 제어 장치 및 방법으로는 '혼잡 제어 방법, 공개특허 10-2005-0071403' 이 있다.

네트워크 혼잡 제어 장치 및 방법에서 상기와 같은 종래의 기술은 패킷을 저장하기 위해 노드에 위치한 우선순위 큐의 크기나 혼잡 윈도우의 크기를 기반으로 혼잡 제어를 실시한다. 이는 성능이 제한되어 있는 기존의 네트워크 환경에서 병목현상으로 인해 발생하는 네트워크 혼잡 제어에는 비교적 적합하나 이기종의 무수히 많은 그리드 노드들을 사용함으로써 높은 대역폭과 높은 네트워크 지연을 포함하는 그리드 네트워크 환경에서는 적합하지 않다.

종래의 기술에서 혼잡의 기준 설정을 위해 사용되는 우선순위 큐 또는 혼잡 윈도우의 크기는 대역폭, 유틸 채널 등과 같은 다양한 기준 매개변수를 내포하고 있는 그리드 노드의 네트워크 혼잡도를 표현하기에 부족하며 혼잡 관련 매개변수들을 실시간으로 측정하는 종래의 기술은 잦은 통신으로 인한 네트워크 딜레이로 인하여 시간의 흐름 및 작업부하의 증가에 따라 동적으로 변화하는 그리드 노드의 상태에 대처하기 어렵다. 또한, 종래의 기술은 정적인 임계값을 사용함으로써 그리드 노드의 동적인 변화에 반응하기 어려우며 네트워크의 작업 부하가 적을 경우 대역폭 사용률이 저조하다는 단점과 함께 실시간 관측을 위한 통신량의 증가와 혼잡 발생 시 해당 노드의 패킷을 폐기하는 공격적인 혼잡 제어 메커니즘으로 인해 패킷 손실 및 노드 사용률 저하와 같은 단점이 발생한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 그리드 네트워크에서 안정적이고 신뢰성 있는 데이터 전송을 위해 높은 대역폭과 높은 네트워크 지연을 포함하는 그리드 네트워크의 혼잡을 검출 및 제어하여 패킷 손실 및 패킷 지연을 감소시키는 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치 및 기법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은, 그리드 응용 프로그램으로부터 전달받은 대용량의 데이터를 그리드 노드의 성능에 알맞게 패킷단위로 분할하고 처리된 패킷들을 통합하여 데이터의 분산처리를 실현하고 혼잡도 레벨을 기반으로 노드의 패킷 전송률을 조절하여 전송하는 패킷 조정부를 통해 노드 사용률을 높여 패킷 처리량을 개선하는 네트워크 혼잡 제어 장치 및 기법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은, 사용 가능 대역폭, 저장 큐의 크기, 채널 유틸 시간등과 같은 그리드 노드 정보를 관측하여 데이터베이스에 저장함으로써 패킷 스케줄링과 노드 관리에 필요한 노드 관련 정보를 제공할 수 있는 네트워크 혼잡 제어 장치 및 기법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은, 그리드 네트워크의 특징을 고려하여 동적인 작업 부하와 가용 대역폭을 반영한 각 노드 고유의 가용도를 측정하고 시간과 부하량에 따라 변화하는 평균 가용도를 예측하여 혼잡도 구간을 설정하는 것을 통해 효율적인 혼잡 검출과 회피를 가능케 하는 네트워크 혼잡 제어 장치 및 기법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성

상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치는 그리드 네트워크에서 사용가능한 그리드 노드들을 검색하고, 그리드 응용 프로그램으로부터 전달받은 데이터를 분할하여 패킷 조정부로 전송하거나 패킷 조정부로부터 처리된 패킷을 전송받아 취합한 후 결과 데이터로 변환하는 그리드 중개부, 상기 그리드 노드로부터 상태 정보를 취합하고 노드 정보에 관한 요청 메시지에 응답하여 상기 상태 정보를 제공하는 노드 관리부, 상기 노드 관리부로부터 제공받은 노드 상태 정보를 바탕으로 각 그리드 노드의 노드 가용도를 계산하고 전체 노드의 평균 노드 가용도를 예측하는 예측부 및 상기 예측부로부터 전달받은 평균 노드 가용도를 기준으로 혼잡 구간을 설정하고, 각 그리드 노드의 추정된 혼잡 레벨에 따라 상기 그리드 중개부로부터 전송받은 패킷을 할당시키는 패킷 조정부를 포함한다.

또한, 상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법은 그리드 중개부와 패킷 조정부와 노드 관리부 및 예측부로 이루어지는 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법에 있어서, 상기 노드 관리부가 일정 시간마다 각 그리드 노드로부터 상태 정보를 수집하고, 상기 패킷 조정부 또는 예측부로부터 노드 정보에 관한 요청메시지를 수신한 경우 상기 상태 정보를 포함하는 노드 정보 리스트를 회신하는 정보 요청, 수신 및 송신 과정, 상기 예측부가 상기 노드 정보 리스트를 기반으로 각 그리드 노드의 노드 가용도를 계산한 후 이중지수평활법을 이용하여 전체 그리드 노드의 평균 노드 가용도를 예측하는 노드 가용도 측정 및 평균 노드 가용도 예측 과정 및 상기 패킷 조정부가 상기 예측부로부터 전달받은 상기 평균 노드 가용도를 기준으로 혼잡 구간을 설정하고 각 그리드 노드의 혼잡 레벨을 추정하여 패킷할당 우선순위를 부여하여 노드 리스트를 정렬하고, 상기 노드 리스트에 따라 분할된 패킷을 순차적으로 할당하는 혼잡구간 설정 및 패킷 할당 과정을 포함하여 이루어진다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하면 다음과 같다.

도 1은 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치의 구성이 도시된 블록도이다.

도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치는 그리드 사용자(그리드 응용 프로그램) 으로부터 데이터 처리를 요청받아 해당 데이터를 하위 패킷으로 나누어 패킷 조정부에 전달하고 처리된 패킷을 취합하여 결과 데이터로 변환하는 그리드 중개부와, 혼잡도 구간을 기준으로 그리드 노드의 혼잡 단계를 추정하여 우선순위를 부여한 후 패킷을 할당하는 패킷 조정부와, 패킷 할당과 노드 관리를 위해 노드 정보를 제공하는 노드 관리부와, 노드 정보를 바탕으로 전체 그리드 노드의 평균 노드 가용도를 예측하여 혼잡도 구간을 추정하는 예측부로 이루어진다.

이하 본 발명에서 '그리드 노드'는 프로세서, 메모리 등을 가지는 그리드 네트워크를 구성하는 노드를 의미한다.

그리드 중개부(100)는 그리드 사용자가 대용량의 데이터 처리를 요청할 경우 해당 데이터를 처리할 수 있는 컴퓨팅 능력을 소유한 그리드 노드들을 탐색한다.

또한, 그리드 중개부(100)는 상기 탐색한 그리드 노드가 속하는 그리드 사이트(Grid Site)의 패킷 조정부(200)에 패킷 단위로 전달하고 처리가 완료된 패킷들을 취합하여 결과 데이터를 생성하는 기능을 수행한다.

따라서, 상술한 기능을 수행하기 위해 그리드 중개부(100)는 내부 구성으로 작업요청모듈(110)과 결과산출모듈(120) 및 그리드레지스트리(130)를 포함한다.

상기 그리드 사이트는 소정의 그리드 노드의 집합을 의미한다.

그리드 레지스트리(130)는, 그리드 네트워크에 연결된 전체 그리드 노드들에 대한 등록 및 검색 기능을 수행한다.

작업요청모듈(110)은 그리드 사용자로부터 대용량의 데이터를 전달받아 해당 데이터를 패킷 단위로 분할한 뒤 그리드 레지스트리(130)에 저장된 그리드 노드들을 검색하여 데이터 처리가 가능한 노드를 포함하고 있는 그리드 사이트(Grid Sites)의 패킷 조정부에 전달한다.

결과산출모듈(120)은 처리가 완료된 패킷들을 취합하여 그리드 응용 프로그램이 요청한 데이터 포맷으로 변환하여 결과 데이터를 생성하여 그리드 응용 프로그램에 그 결과 데이터를 회신한다.

노드 관리부(300)는 그리드 노드들과 연결되어 모니터링함으로써 각 노드의 상태 정보를 추출하여 노드 정보를 제공하는 기능을 수행한다.

노드 관리부(300)는 상술한 기능을 수행하기 위한 내부 구성으로 정보요청모듈(310)과 정보수신모듈(320)과 정보송신모듈(330) 및 그리드 노드 데이터베이스(340)를 포함한다.

정보요청모듈(310)은 일정 시간마다 상태 정보에 대한 요청 메시지를 그리드 노드들에게 전송한다.

정보수신모듈(320)은 상기 요청 메시지를 수신한 각 그리드 노드로부터 결과 메시지를 전달받아 취합하여 그리드 노드 데이터베이스(340)에 저장한다.

각 그리드 노드는 XML형태의 결과 메시지를 송신할 수 있다.

정보송신모듈(330)은 패킷 조정부(200)또는 예측부(400)로부터 노드 정보에 관한 요청메시지를 수신하면, 노드 상태 정보를 상기 패킷 조정부 또는 예측부로 전송한다.

예측부(400)는 각 그리드 노드의 노드 가용도를 측정하고 이중 지수 평활법 기반의 예측 방법을 이용해 혼잡구간 설정의 기준 매개변수인 전체 그리드 노드들의 평균 노드 가용도를 예측한다.

예측부(400)는 상술한 기능을 수행하기 위한 내부 구성으로 리스트 요청모듈(410)과 가용도 계산모듈(420) 및 가용도 예측모듈(430)을 포함한다.

리스트 요청모듈(410)은 노드 가용도 계산 및 예측의 기초 자료가 되는 노드 정보 리스트를 노드 관리부(300)에 요청하여 노드 정보 리스트를 전송받는다.

가용도 계산모듈(410)은 상기 노드 정보 리스트를 기반으로 각 그리드 노드의 노드 가용도를 계산하여 다시 노드 관리부(410)의 그리드 노드 데이터베이스(340)에 저장한다.

가용도 예측모듈(320)은 현재 시점에서 계산된 노드 가용도들의 평균값을 측정하여 기존 데이터와 현재 데이터를 바탕으로 이중 지수 평활법을 이용하여 평균 노드 가용도를 예측한다.

패킷 조정부(200)는 그리드 중개부(100)의 작업요청모듈(110)로부터 전달받은 패킷들을 큐에 저장하고 예측부(400)로부터 전달받은 평균 노드 가용도를 기준으로 혼잡 구간을 설정한다.

패킷 조정부(200)는 노드 관리부(300)로부터 노드의 상태 정보를 요청하고 노드 정보 리스트를 전송받는다.

패킷 조정부(200)는 상기 노드 정보 리스트와 평균 노드 가용도에 따라 각 노드의 혼잡 레벨을 추정한 뒤 패킷할당 우선순위를 부여한다.

패킷 조정부(200)는 상기 우선 순위에 따라 패킷을 각 그리드 노드로 전송하고 그리드 노드로부터 처리가 완료된 패킷들을 출력 큐에 저장하였다가 그리드 중개부(100)의 결과산출모듈(120)로 전달한다.

패킷 조정부(200)는 상술한 기능을 수행하기 위한 내부 구성으로 혼잡구간 설정모듈(210)과 패킷 전송모듈(220) 및 결과 전송모듈(230)을 포함한다.

혼잡구간 설정모듈(210)은 네트워크 혼잡도 제어 장치의 핵심인 혼잡 구간을 추정하는 방법을 제공하며 예측부(400)로부터 전달받은 평균 노드 가용도를 기준으로 혼잡 구간을 설정한다.

또한 혼잡구간 설정모듈(210)은 그리드 노드 데이터베이스(330)로부터 노드 정보를 불러온 후 각 노드의 혼잡 레벨을 추정하여 패킷할당 우선순위를 부여한다.

패킷 전송모듈(220)은 패킷 저장을 위한 입력큐를 포함하며 그리드 중개부(100)의 작업요청모듈(110)로부터 전달받은 분할된 패킷들을 입력큐에 저장한다.

또한 패킷 전송모듈(220)은 혼잡구간설정모듈(210)에 의해 설정된 패킷할당 우선순위에 따라 입력큐에 저장된 패킷들을 순차적으로 각 그리드 노드에 할당한다.

결과 전송모듈(230)은 패킷 저장을 위한 출력큐를 포함하며 각 그리드 노드들로부터 처리가 완료된 패킷들을 전달받아 출력큐에 저장한다.

또한 결과 전송모듈(230)은 해당 데이터의 패킷 처리가 모두 완료되면 출력큐에 저장된 패킷들을 순차적으로 그리드 중개부(100)의 결과산출모듈(120)로 전송한다.

상기와 같이 구성된 본 발명의 동작 및 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법을 살펴보면 다음과 같다.

도 2는 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법이 도시된 순서도이다.

본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법은 그리드 중개부(100)가 사용가능한 그리드 노드들을 검색하고, 그리드 응용 프로그램으로부터 전달받은 데이터를 분할하여 상기 패킷 조정부로 분할된 패킷을 전송하는 데이터 분할 및 패킷 전송 과정이 이루어진다(S100).

다음으로 노드 관리부(300)가 일정 시간마다 각 그리드 노드로부터 상태 정보를 수집하고, 상기 패킷 조정부 또는 예측부로부터 노드 정보에 관한 요청메시지를 수신한 경우 상기 상태 정보를 포함하는 노드 정보 리스트를 회신하는 정보 요청, 수신 및 송신 과정이 이루어진다(S200).

다음으로, 예측부(400)가 상기 노드 정보 리스트를 기반으로 각 그리드 노드의 노드 가용도를 계산한 후 이중지수평활법을 이용하여 전체 그리드 노드의 평균 노드 가용도를 예측하는 노드 가용도 측정 및 평균 노드 가용도 예측 과정이 이루어진다(S300).

그 후 패킷 조정부(200)가 예측부(400)로부터 전달받은 상기 평균 노드 가용도를 기준으로 혼잡 구간을 설정하고 각 그리드 노드의 혼잡 레벨을 추정하여 패킷할당 우선순위를 부여하여 노드 리스트를 정렬하고, 상기 노드 리스트에 따라 분할된 패킷을 순차적으로 할당하는 혼잡구간 설정 및 패킷 할당 과정이 이루어진다(S400).

마지막으로 그리드 중개부(100)가 각 그리드 노드로부터 처리 완료된 패킷이 취합된 데이터를 패킷 조정부(200)로부터 전달받아 결과 데이터를 생성하는 결과 데이터 생성 과정이 이루어진다(S900).

도 3은 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법의 정보 요청, 수신 및 송신 과정이 도시된 순서도이다.

상기의 정보 요청, 수신 및 송신 과정을, 도 3을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

노드 관리부(300)가 패킷 조정부(200) 또는 예측부(400)로부터 노드 정보 요청 메시지를 수신하였는지 판단한다(S210).

패킷 조정부(200) 또는 예측부(400)로부터 요청 메시지가 없으면, 정보요청모듈(310)은 일정 시간 간격으로 노드의 상태 정보 취합을 위해 XML형태로 작성된 질의메시지를 각 그리드 노드에게 전송한다(S220).

상기 질의 메시지를 수신한 각 그리드 노드는 질의메시지에 대한 결과메시지를 작성하여 노드 관리부(300)로 전송한다(S230). 구체적으로는 노드 관리부의 정보수신모듈(320)로 전송한다.

노드 관리부(300)의 정보수신모듈(320)은 상기 그리드 노드들로부터 전달받은 상태 정보에 대한 결과메시지를 그리드 노드 데이터베이스(340)에 저장한다(S240).

만약, 노드 관리부(300)가 패킷 조정부(200)또는 예측부(400)로부터 노드 정보에 관한 요청메시지를 수신한 경우 노드 관리부(300)는 다른 작업을 멈추고 우선적으로 노드 상태 정보를 그리드 노드 데이터베이스(340)로부터 추출한다(S250).

노드 관리부(300)의 정보송신모듈(330)은 그리드 노드 데이터베이스(340)로부터 추출된 각 노드의 상태 정보를 리스트 형태로 패킷 조정부(200)또는 예측부(400)에게 전송한다(S260).

노드 관리부(300)는 상기 노드 정보 리스트의 전송이 완료되면 인터럽트를 해제하고 대기상태에 있던 기존의 작업을 재실행한다(S270).

도 4는 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법의 노드 가용도 측정 및 평균 노드 가용도 예측 과정이 도시된 순서도이다.

상기의 노드 가용도 측정 및 평균 노드 가용도 예측 과정을, 도 4를 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

예측부(400)의 리스트 요청모듈(410)은 패킷 조정부(200)의 혼잡구간설정모듈(210)로부터 평균 노드 가용도의 요청 메시지를 수신하였는지 검사한다(S310).

만약 패킷 조정부(200)로부터 상기 평균 노드 가용도 요청 메시지를 수신한 경우에는 노드 관리부(300)에게 그리드 노드 데이터베이스(340)에 저장된 노드 정보 리스트를 요청하여 전송받는다(S320).

예측부(400)의 가용도 계산모듈(420)은 전달받은 상기 노드 정보 리스트를 바탕으로 아래의 [수학식 1]을 이용하여 각 그리드 노드의 노드 가용도를 계산한다(S330).

예측부(400)는 상기 계산한 노드 가용도를 노드 관리부(300)에게 전송하여 그리드 노드 데이터베이스(340)에 다시 저장한다(S340).

수학식 1

$$Av = (T_w \times B_w \times Q_a) / T$$

$$where B_w = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_s (Ta_i - Ts_i),$$

$$Q_a = 1 - (Q_u / Q_t)$$

여기서, 상기 [수학식 1]의 각 변수의 의미는 다음과 같다.

※ Av : 그리드 노드의 노드 가용도

※ T_w : 관측 시간(T) 동안의 채널 대기 시간

※ T : 관측 시간

※ B_w : 그리드 노드의 평균 대역폭

※ Q_a : 그리드 노드의 사용가능한 큐의 크기

※ m : 송신노드(패킷조정부)로부터 수신노드(그리드 노드)까지의 패킷 전송이 가능한 모든 경로의 수

※ P_s : 일반 패킷의 크기

※ i : 패킷 전송 경로의 인덱스

※ T_a : i 번째 경로를 통해 수신부에서 패킷이 수신되는 시간

※ T_s : i 번째 경로를 통해 송신부에서 패킷이 송신되는 시간

※ Q_t : 그리드 노드가 가지고 있는 전체 큐의 크기

※ Q_u : 전체 큐 중에서 사용 중인 큐의 크기

다음으로 예측부(400)의 가용도 예측모듈(430)은 아래의 [수학식 2]와 같이 현재 시점의 전체 그리드 노드의 평균 노드 가용도를 계산한다(S350).

수학식 2

$$AVG = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Av_i$$

여기서, 상기 [수학식 2]의 각 변수의 의미는 다음과 같다.

※ AVG : 평균 노드 가용도

※ Av : 그리드 노드의 노드 가용도

※ i : 그리드 노드의 인덱스

※ n : 전체 그리드 노드의 수

상기 수학식 2를 이용해 계산된 평균 노드 가용도는 시간의 흐름과 작업부하에 따라 변화하는 시계열 자료라고 할 수 있다. 관측 시간마다 위와 같이 평균 노드 가용도를 계산한다면 작업부하나 대역폭과 같은 변수들에 의한 혼잡 구간의 기준값의 변동이 너무 커서 현재 시점에서 혼잡이 발생하지 않은 그리드 노드를 다음 관측 시점에는 혼잡이 발생한다고 인식할 문제점이 발생하게 된다.

또한, 기본적인 혼잡제어에서는 과거 혼잡 발생에 대한 데이터를 반영하여 과거에 발생한 혼잡이 가까운 미래에 재발되는 것을 막아야한다.

따라서, 가용도 예측모듈(430)은 아래의 [수학식 3]과 같이 이중 지수 평활법을 이용하여 관측 시간마다 평균 노드 가용도를 예측한다(S360).

수학식 3

$$FT_{t+1} = \left(2 + \frac{\alpha}{1-\alpha}\right)F_t - \left(1 + \frac{\alpha}{1-\alpha}\right)T_t$$

$$\text{where } F_t = \alpha D_t + (1-\alpha)F_{t-1},$$

$$T_t = \alpha F_t + (1-\alpha)T_{t-1}$$

여기서, 상기 [수학식 3]의 각 변수의 의미는 다음과 같다.

※ FT : 예측 평균 노드 가용도

※ t : 현재 관측 시점

※ $t+1$: 다음 관측 시점

※ D : 상기 [수학식 2]를 이용해 계산된 실측 평균 노드 가용도

※ α : 과거 데이터와 현재 데이터의 가중치를 부여하기 위한 평활 계수(smoothing constant), $0 < \alpha < 1$

※ F : 지수평활법(First-Order Exponential Smoothing) 예측 방법

※ T : Double-Smoothed 통계량.

다음으로, 상기의 [수학식 3]을 이용하여 예측된 평균 노드 가용도를 혼잡구간 설정모듈(210)로 전송하고 대기상태로 변환한다(S370).

도 5는 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법의 혼잡구간 설정 및 패킷 할당 과정이 도시된 순서도이다.

상기 혼잡구간 설정 및 패킷 할당 과정을, 도 5을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

먼저 패킷 조정부(200)의 패킷전송모듈(220)이 그리드 중개부(100)의 작업요청모듈(110)로부터 패킷을 전송받는다(S410)

그 후, 패킷 조정부(200)는 전송받은 패킷을 순차적으로 입력큐에 인큐(inqueue)한다(S420).

패킷 조정부(200)의 혼잡구간 설정모듈(210)은 혼잡구간 설정을 위한 기준 매개변수인 평균 노드 가용도를 예측부(400)에게 요청하여 전송받는다(S430).

또한 패킷 조정부(200)의 혼잡구간 설정모듈(210)은 노드 관리부(300)로 각 그리드 노드 정보를 포함한 노드 정보 리스트를 요청하면, 노드 관리부(300)는 그리드 노드 데이터베이스(330)로부터 상기 노드 정보 리스트를 추출하여 전송한다(S440).

패킷 조정부(200)의 혼잡구간설정모듈(210)은 상기 평균 노드 가용도와 각 노드의 정보 리스트를 이용하여 혼잡 구간의 최고 임계값과 최저 임계값을 아래의 [수학식 4]와 같이 계산하고 혼잡 구간을 설정한다(S450).

수학식 4

$$\begin{aligned} Max_{th} &= \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} (Ra_i - E_{avg}) \\ Min_{th} &= \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} (E_{avg} - Ra_i) \end{aligned}$$

여기서, 상기 [수학식 4]의 각 변수의 의미는 다음과 같다.

※ Max_{th} : 최고 임계값

※ Min_{th} : 최저 임계값

※ Ra : 각 그리드 노드의 노드 가용도

※ E_{avg} : 예측부로부터 전달받은 추정 평균 노드 가용도

※ i : 그리드 노드의 인덱스

※ n_1 : 평균 노드 가용도 이상의 노드 가용도를 가진 그리드 노드의 수

※ n_2 : 평균 노드 가용도 이하의 노드 가용도를 가진 그리드 노드의 수

상기 혼잡 구간은 3단계로 혼잡 상태를 구별하는데 레드 레벨, 그린 레벨, 옐로우 레벨로 분류된다. 레드 레벨은 $Ra < Min_{th}$ 와 같이 그리드 노드의 노드가용도가 최저 임계값 미만인 경우를 가리키며 레드 레벨의 그리드 노드는 혼잡 발생 확률이 높아 패킷 손실 및 패킷 지연을 일으킬 가능성이 높다는 것을 의미한다.

그린 레벨은 $Min_{th} \leq Ra \leq Max_{th}$ 와 같이 그리드 노드의 노드 가용도가 최고 임계값과 최저 임계값 사이에 위치할 경우를 가리키며 적절한 패킷 할당량으로 안정적인 패킷 처리율과 노드 사용률을 보이는 것을 의미한다.

옐로우 레벨은 $Max_{th} < Ra$ 와 같이 그리드 노드의 노드 가용도가 최고 임계값을 초과하는 경우를 가리키며 옐로우 레벨의 그리드 노드는 전체 그리드 네트워크의 사용 대역폭 및 노드 사용률을 감소시키는 원인이 되므로 패킷 할당량을 늘여 해당 그리드 노드의 노드 가용도를 적정 수준으로 조절해야 한다는 것을 의미한다.

패킷 조정부(200)의 혼잡구간 설정모듈(210)은 상기 혼잡 구간을 이용하여 각 그리드 노드의 혼잡 상태를 추정한다(S460).

다음으로, 도 6 에 도시된 방법을 이용하여 각 그리드 노드에 혼잡 상태에 따른 패킷할당 우선순위를 부여한다(S470).

도 6은 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법의 패킷 할당 우선순위 부여방법이 도시된 순서도이다.

다음은 도 6에 사용된 변수들의 설명이다.

NodeList : 그리드 노드의 상태 정보를 포함하는 배열 형태의 리스트

Priority : 그리드 노드의 혼잡상태에 따른 우선순위

length : 리스트의 길이

i : 리스트 탐색에 사용되는 인덱스

Max_{th} : 최고 임계값

Min_{th} : 최저 임계값

Ra : 각 그리드 노드의 노드 가용도

도 6을 참조하여 패킷 할당 우선순위 부여방법을 더욱 상세하게 설명하면 먼저 그리드 노드 데이터베이스(330)로부터 노드 정보를 요청하고 그 결과를 리스트형태로 전달받는다(S610).

각 그리드 노드의 노드 가용도와 최고 임계값 또는 최저 임계값을 비교하여 상기 설명한 각 그리드 노드의 혼잡 상태에 따라 우선순위를 부여한다(S620 ~ S640). 이때, 옐로우 레벨일 경우 1(S650), 그린 레벨일 경우 2(S660), 레드 레벨일 경우 3(S670)이 부여된다.

도 7은 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법의 노드 리스트 정렬 방법이 도시된 순서도이다.

패킷 조정부(200)의 혼잡구간설정모듈(210)은 패킷 할당을 위해 도 7에 도시된 방법을 이용하여 노드 리스트를 정렬한다(S470).

다음은 도 7에 사용된 변수들의 설명이다.

NodeList : 그리드 노드의 상태 정보를 포함하는 배열 형태의 리스트

length : 리스트의 길이

n, m : 리스트 탐색에 사용되는 인덱스

Priority : 그리드 노드에 할당된 우선순위

Qsize : 그리드 노드가 가지는 사용가능한 큐의 크기

Bandwidth : 그리드 노드가 가지는 사용가능한 경로의 최저 대역폭

Switch : 노드리스트의 항목 1과 항목 2의 위치를 교환하는 함수

도 7의 방법은 우선순위와 큐의 크기 및 대역폭을 기준으로 노드 리스트를 정렬하는 방법이다.

도 7의 방법을 더욱 상세하게 설명하면 혼잡구간설정모듈(210)은 도 6의 방법에 의해 각 그리드 노드에 부여한 우선순위를 기준으로 노드 리스트를 오름차순 정렬한다(S710~S830). 이때 만약 동일한 우선순위를 가진 노드가 다수일 경우(S760), 사용가능한 큐의 크기가 큰 노드가 상위 인덱스에 위치하고(S760~S790), 만약 우선순위만이 아닌 큐의 크기 역시 동일할 경우(S800), 더 낮은 대역폭을 사용하는 노드가 상위 인덱스에 위치하게 된다(S800~S830).

패킷 조정부(200)의 패킷전송모듈(220)은 입력큐에서 패킷을 하나씩 디큐(dequeue)하여 정렬된 노드 리스트의 최상위 인덱스에 기록되어 있는 그리드 노드부터 하위 인덱스의 그리드 노드들에게 순차적으로 전송한다(S480).

이때 우선순위가 3인 그리드 노드, 즉 레드 레벨에 위치한 노드들에게는 패킷을 할당하지 않는다.

패킷 조정부(200)의 결과전송모듈(230)은 그리드 노드들로부터 처리가 완료된 패킷들을 전달받아 출력큐에 인큐(enqueue)하여 저장한다(S500~S510).

패킷이 모두 도착하면 출력큐(231)에 저장된 패킷들을 디큐(dequeue)하여 그리드 중개부(100)의 결과산출모듈(120)로 전송한다(S520).

이상과 같이 본 발명에 의한 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치 및 방법을 예시된 도면을 참조로 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명은 한정되지 않고, 기술사상이 보호되는 범위 이내에서 응용될 수 있다.

발명의 효과

상기와 같이 구성되는 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치 및 방법은, 그리드 컴퓨팅 환경에서 효율적이고 안정적인 데이터 전송을 위한 네트워크 혼잡 제어를 위해 종래의 네트워크 혼잡 제어 장치 및 방법과 달리 대역폭, 큐의 크기, 채널 대기시간과 같은 다양한 매개변수를 반영한 노드 가용도를 계산하고 예측함으로써 더 효율적이고 정확한 혼잡 검출 및 제어를 가능하게 하는 효과가 있다.

또한, 혼잡 구간을 설정하고 각 노드의 혼잡 상태를 추정하여 혼잡에 빠진 노드를 검출하고 패킷전송량을 제한함으로써 혼잡으로 인해 발생하는 패킷 손실과 패킷 손실을 감소시키는 효과가 있다.

또한, 노드의 혼잡 상태에 따른 패킷전송량의 조절을 통해 패킷 처리량 및 그리드 노드의 사용률을 증가시키고 네트워크 지연시간을 감소시켜 개선된 QoS를 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 장치의 구성이 도시된 블록도,

도 2는 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법이 도시된 순서도,

도 3은 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법의 정보 요청, 수신 및 송신 과정이 도시된 순서도,

도 4는 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법의 노드 가용도 측정 및 평균 노드 가용도 예측 과정이 도시된 순서도,

도 5는 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법의 혼잡구간 설정 및 패킷 할당 과정이 도시된 순서도,

도 6은 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법의 패킷 할당 우선순위 부여방법이 도시된 순서도,

도 7은 본 발명에 따른 그리드 네트워크 혼잡 제어 방법의 노드 리스트 정렬 방법이 도시된 순서도이다.

<도면의 주요 부분에 관한 부호의 설명>

100:그리드 중개부 110:작업요청모듈

120:결과산출모듈 130:그리드레지스트리

200:패킷 조정부 210:혼잡구간설정모듈

220:패킷전송모듈 230:결과전송모듈

300:노드 관리부 310:정보요청모듈

320:정보수신모듈 330:정보송신모듈

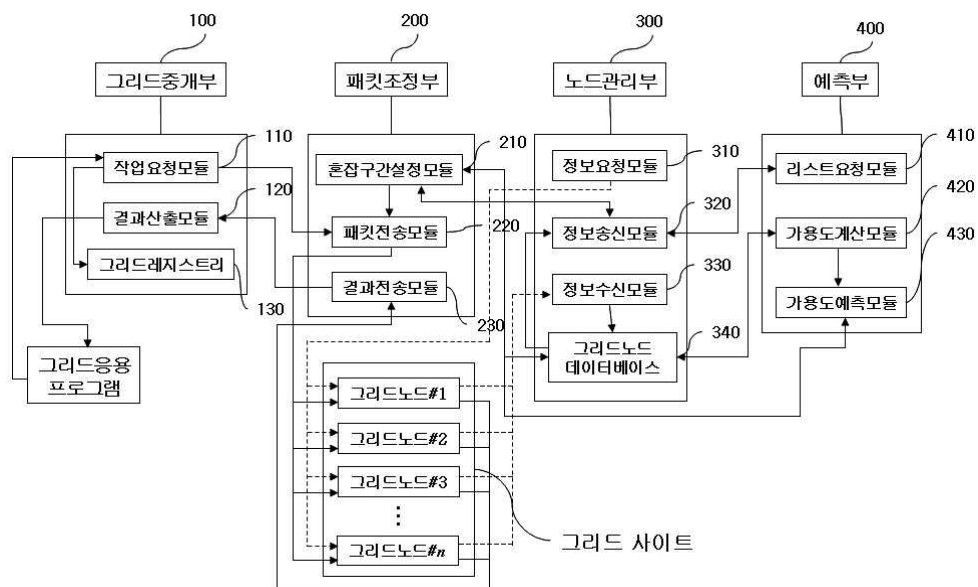
340:그리드 노드 데이터베이스 400:예측부

410:리스트 요청모듈 420:가용도 계산모듈

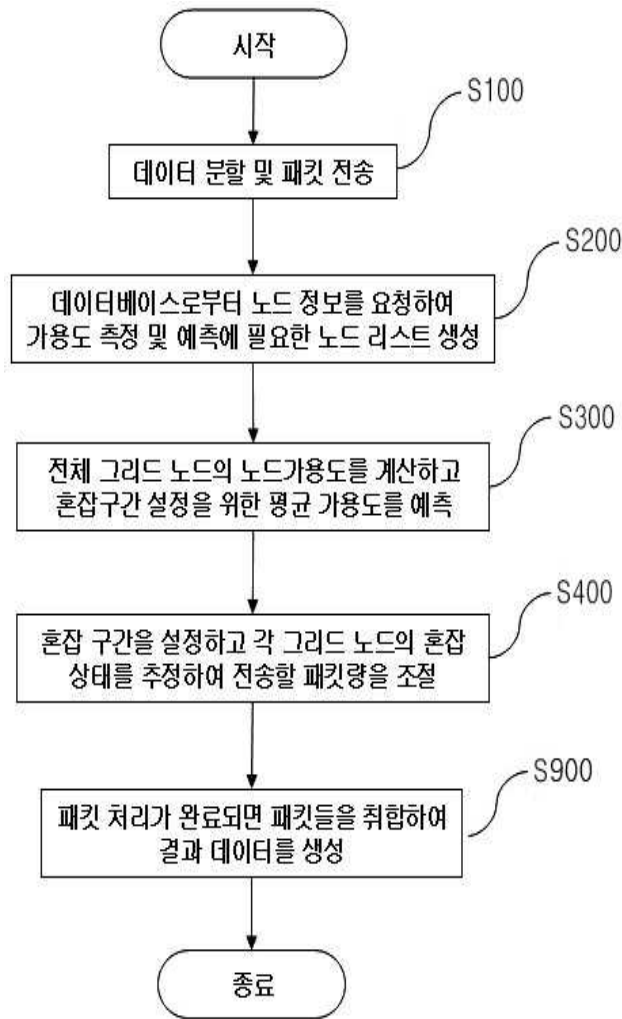
430:가용도 예측모듈

도면

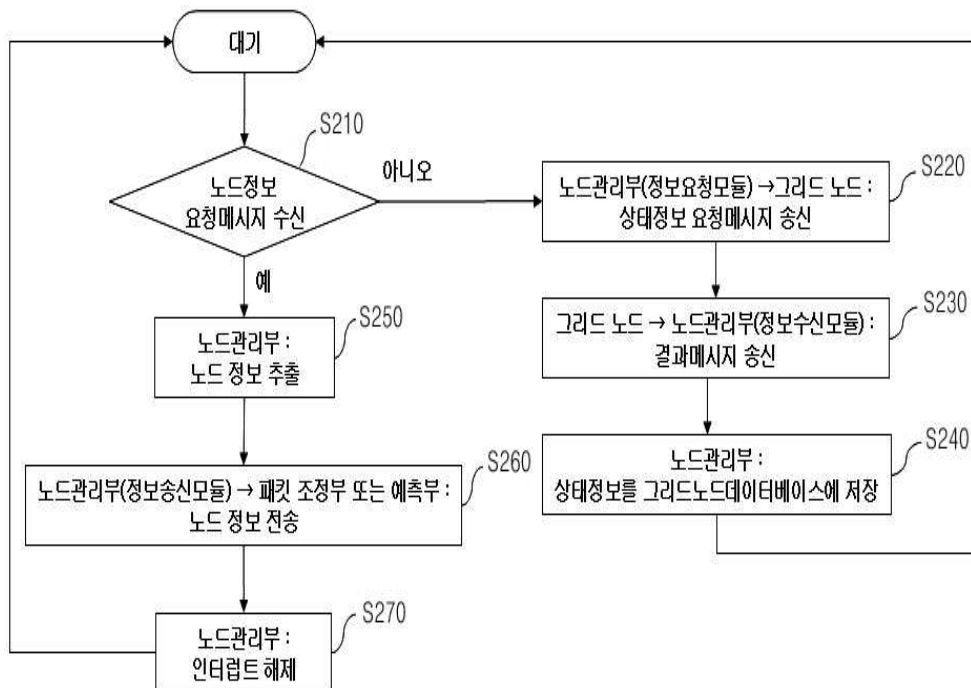
도면1



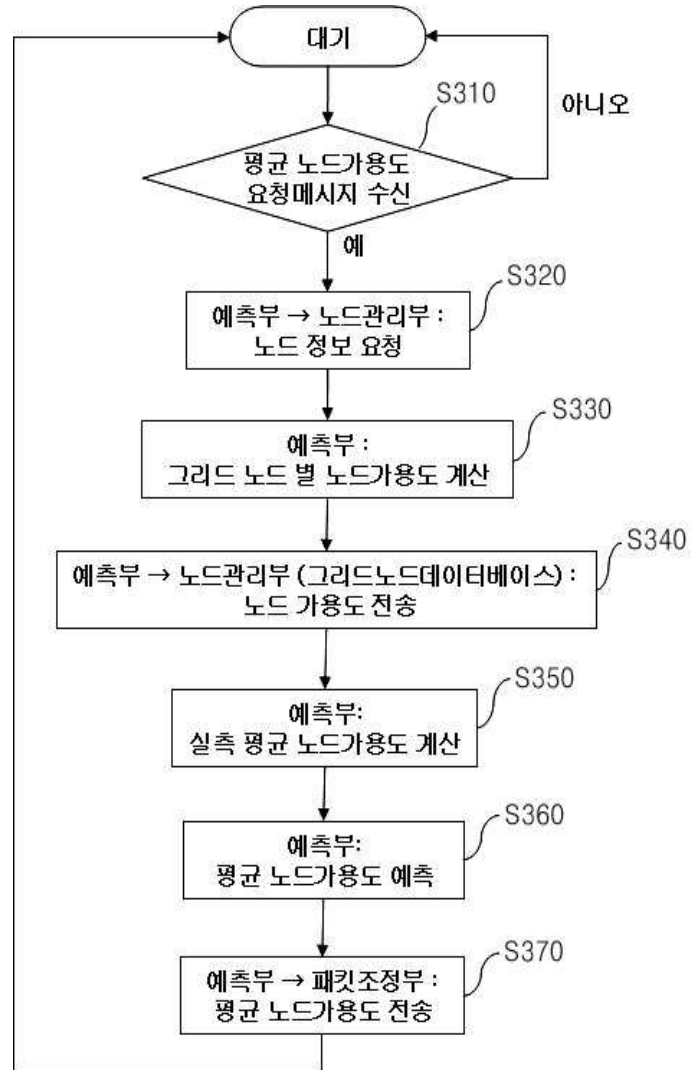
도면2



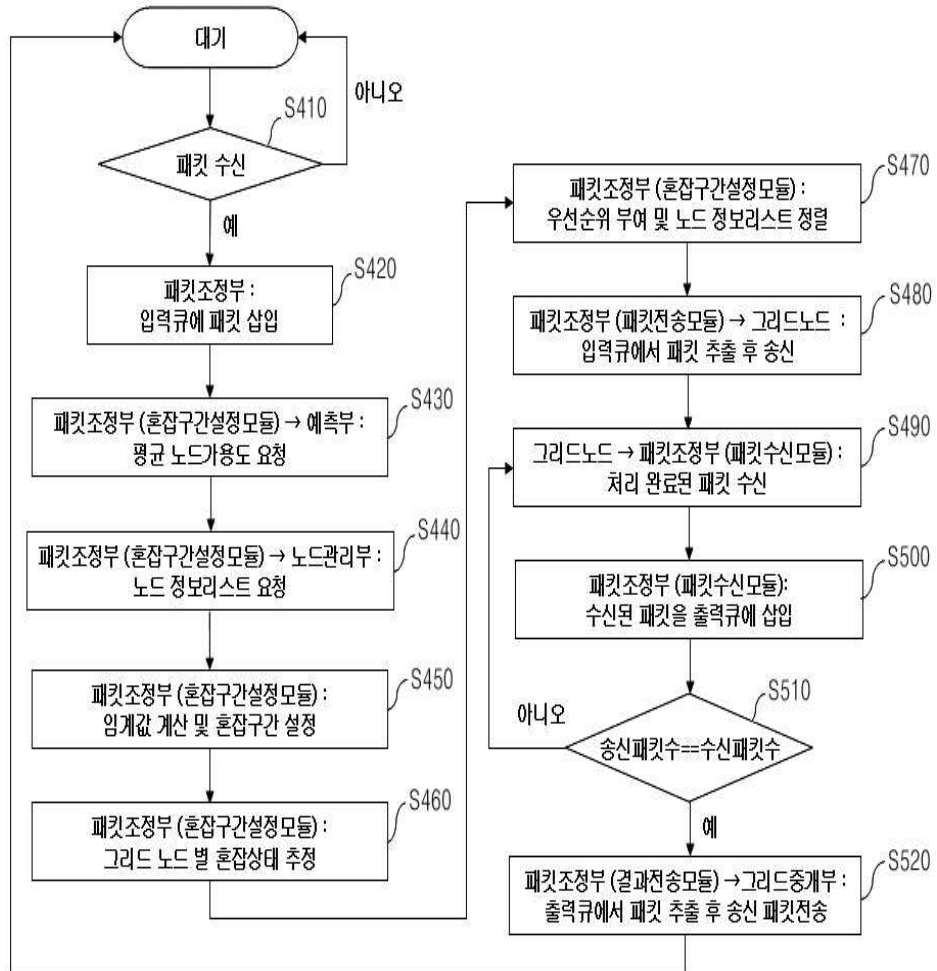
도면3



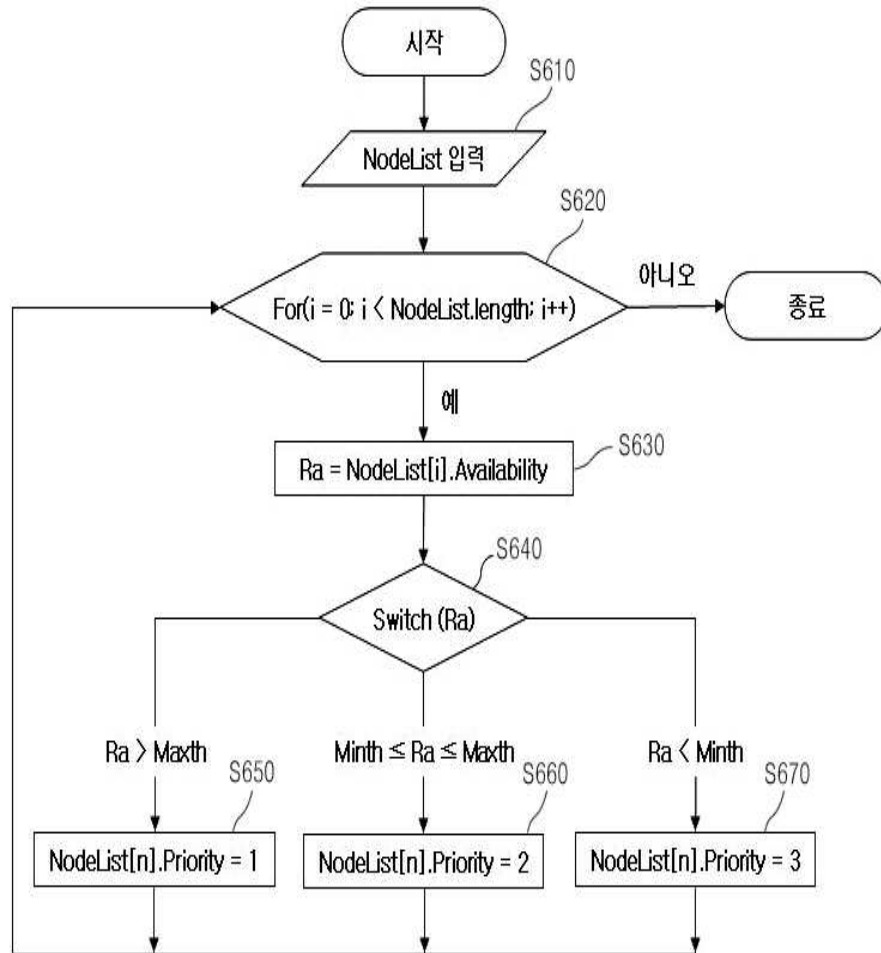
도면4



도면5



도면6



도면7

