

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0087598 (43) 공개일자 2014년07월09일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H04W 16/10 (2009.01) (21) 출원번호 10-2012-0158090 (22) 출원일자 2012년12월31일 심사청구일자 2012년12월31일	(71) 출원인 경희대학교 산학협력단 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교) (72) 발명자 홍충선 경기 용인시 수지구 상현로 30-10, 233동 101호 (상현동, 정원3차상떼빌아파트) 레 안 투안 경기 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 전자정보대학 352호 (서천동, 경희대학교) (74) 대리인 서재승	

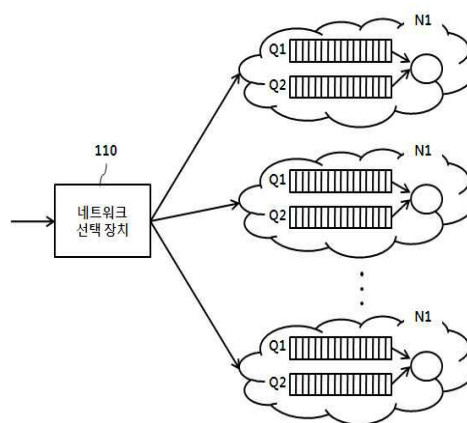
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법

(57) 요약

본 발명은 인지 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 다수의 네트워크를 가지는 인지 통신 시스템에서 각 네트워크의 확장 데이터 송신 시간과 대기 시간으로부터 전체 시스템 시간을 계산하고, 계산한 전체 시스템 시간에 기초하여 가장 작은 전체 시스템 시간을 가지는 네트워크를 선택함으로써, 가장 효율적으로 부사용자의 데이터를 송신할 수 있는 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

다수의 네트워크를 구비하는 인지 통신 시스템에서 상기 다수 네트워크를 구성하는 각 네트워크에 대한 부사용자의 확장 데이터 송신 시간과 대기 시간을 계산하는 단계;

상기 계산한 확장 데이터 송신 시간과 대기 시간으로부터 상기 각 네트워크의 전체 시스템 시간을 계산하는 단계; 및

상기 계산한 각 네트워크의 전체 시스템 시간에 기초하여 가장 작은 전체 시스템 시간을 가지는 네트워크를 부사용자에 대한 네트워크로 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법은

대기열에 저장되어 있는 부사용자의 데이터를 상기 선택한 네트워크로 송신하는 단계를 더 포함하며,

상기 선택한 네트워크로 송신된 부사용자의 데이터는 상기 선택한 네트워크의 낮은 우선순위 대기행렬에 저장되어 우선순위에 따라 송신되는 것을 특징으로 하는 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 각 네트워크에 대한 상기 부사용자의 확장 데이터 송신 시간은

상기 각 네트워크에 대한 부사용자 접속 서비스 시간과 상기 각 네트워크에서 주사용자 접속에 의해 발생하는 주사용자의 접속 방해 시간의 합으로부터 계산되는 것을 특징으로 하는 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 각 네트워크(k)에 대한 상기 부사용자의 확장 데이터 송신 시간($E[T^{(k)}]$)은 아래의 수학적식(1)에 의해 계산되며,

[수학적식 1]

$$E[T^{(k)}] = E[X_s^{(k)}] + E[N^{(k)}] \cdot E[Y_p^{(k)}]$$

여기서 $X_s^{(k)}$ 는 네트워크(k)에 대한 부사용자 접속 서비스 시간을 의미하며 $N^{(k)}$ 는 네트워크(k)에서 발생하는

주사용자 접속에 따른 방해 접속의 횟수이며, $Y_p^{(k)}$ 는 네트워크(k)에서 주사용자의 사용 시간인 것을 특징으로 하는 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서, 상기 대기 시간은

상기 선택한 네트워크의 낮은 우선순위 대기행렬에 데이터가 저장된 후 상기 선택한 네트워크의 채널이 휴지(idle) 상태가 되어 상기 우선순위 대기행렬의 데이터가 송신 가능한 시점까지의 시간인 것을 특징으로 하는 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 각 네트워크(k)에 대한 상기 대기 시간($E[W_{pbc}^{(k)}]$)은 아래의 수학식(2)에 의해 계산되며,

[수학식 2]

$$E[W_{pbc}^{(k)}] = \frac{E[R^{(k)}]}{(1 - \rho_p^{(k)})(1 - \rho_p^{(k)} - \rho_s^{(k)})}$$

여기서 $\rho_p^{(k)}$ 와 $\rho_s^{(k)}$ 는 각각 네트워크(k)의 주사용자 접속의 사용 효율과 부사용자 접속의 사용 효율을 의미하며, $E[R^{(k)}]$ 는 네트워크(k)의 평균 지연 시간이며 아래의 수학식(3)에 의해 계산되며,

[수학식 3]

$$E[R^{(k)}] = \frac{1}{2} \lambda_p^{(k)} E[(X_p^{(k)})^2] + \frac{1}{2} \lambda_s^{(k)} E[(X_s^{(k)})^2]$$

여기서 $\lambda_p^{(k)}$ 와 $\lambda_s^{(k)}$ 는 각각 네트워크(k)의 주사용자 데이터의 평균 도달율과 네트워크(k)의 송신 비용을 고려한 부사용자 데이터의 평균 도달율을 의미하며, $X_p^{(k)}$ 와 $X_s^{(k)}$ 는 각각 네트워크(k)에 대한 주사용자의 접속 서비스 시간과 부사용자 접속 서비스 시간인 것을 특징으로 하는 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법.

청구항 7

다수의 네트워크를 구비하는 인지 통신 시스템에서 상기 다수 네트워크를 구성하는 각 네트워크에 대한 부사용자의 확장 데이터 송신 시간을 계산하는 송신 시간 계산부;

상기 각 네트워크에 대한 송신 비용을 고려하여 부사용자의 대기 시간을 계산하는 대기 시간 계산부;

상기 계산한 확장 데이터 송신 시간과 대기 시간으로부터 상기 각 네트워크의 전체 시스템 시간을 계산하는 전체 시스템 시간 계산부; 및

상기 전체 시스템 시간에 기초하여 가장 작은 전체 시스템 시간을 가지는 네트워크를 부사용자에 대한 네트워크로 선택하는 네트워크 선택부를 포함하는 것을 특징으로 하는 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 각 네트워크에 대한 상기 부사용자의 확장 데이터 송신 시간은

상기 각 네트워크에 대한 부사용자 접속 서비스 시간과 상기 각 네트워크에서 주사용자 접속에 의해 발생하는 주사용자의 접속 방해 시간의 합으로부터 계산되는 것을 특징으로 하는 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 대기 시간은

상기 선택한 네트워크의 낮은 우선순위 대기행렬에 데이터가 저장된 후 상기 선택한 네트워크의 채널이 휴지(idle) 상태가 되어 상기 우선순위 대기행렬의 데이터가 송신 가능한 시점까지의 시간인 것을 특징으로 하는 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 장치.

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 인지 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 다수의 네트워크를 가지는 인지 통신 시스템에서 각 네트워크의 확장 데이터 송신 시간과 대기 시간으로부터 전체 시스템 시간을 계산하고, 계산한 전체 시스템 시간에 기초하여 가장 작은 전체 시스템 시간을 가지는 네트워크를 선택함으로써, 가장 효율적으로 부사용자의 데이터를 송신할 수 있는 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 점차 증가하는 무선 통신에 대한 사용자의 요구를 만족시키기 위해서는 충분한 주파수 대역의 확보가 필요하다. 그러나 통신에 활용 가능한 무선 주파수 대역은 한정적일 뿐만 아니라 대부분이 기존의 무선 통신 서비스(이차 사용자, primary user)에 이미 할당되어 있기 때문에 새로운 통신 서비스를 위한 주파수 대역의 확보가 매우 힘든 실정이다.
- [0003] 주파수 부족에 따른 문제를 해결하기 위해 패킷 스케줄링, 전송 능력 조절, 다중 홉 전송 등과 같이 한정된 주파수 자원을 보다 효율적으로 사용하는 자원 관리 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그러나 이러한 연구는 물리적인 주파수 부족 문제를 해결할 수 없다는 한계를 지닌다. 주사용자에게 할당된 주파수 대역 중 많은 부분의 사용률이 매우 낮으며 이러한 경향은 특히 도시 외곽이나 인구 밀도가 낮은 지역에서 더욱 두드러진다. 인지 무선 기술(cognitive radio)은 지속적으로 변화하는 주파수 대역들의 사용 현황을 인지하고 빈 주파수 대역을 활용함으로써 전파 자원의 사용률을 극대화하기 위해 제안되었다.
- [0004] 인지 무선 기술은 주사용자에게 할당된 채널이라도 특정 시간, 특정 지역에서 사용되고 있지 않다면 자신의 통신에 활용하여 고정적으로 할당받은 채널이 없어도 데이터를 송수신할 수 있는 기술이다.
- [0005] 무선 인지 기술은 크게 오버레이(overlay) 기법과 언더레이(underlay) 기법이 있는데, 언더레이 기법은 주사용자가 동작 중인 주파수 대역이라 해도 인지 통신 네트워크가 동시에 데이터를 송신을 할 수 있게 하되, 매우 낮은 전송 전력을 사용함으로써 주사용자가 느끼는 간섭의 정도가 매우 낮아 통신이 방해받지 않도록 하는 방식이다. 한편, 오버레이 기법은 주사용자가 통신을 진행 중인 채널에서는 부사용자가 데이터를 송수신할 수 없으며 주사용자가 없는 채널만을 활용하도록 하는 기법이다.
- [0006] 오버레이 기반의 인지 통신 네트워크는 주사용자가 존재하지 않는 것을 확인한 후에만 주파수 대역을 사용할 수 있는데 반해, 주사용자는 자신의 동작을 인지 통신 네트워크에게 알릴 의무가 없으므로 인지 통신 네트워크는 타임슬롯(time slot)마다 지속적으로 채널 상태를 관찰하여 주사용자가 전송을 시작하였는지 여부를 확인해야만 한다.
- [0007] 이러한 종래 인지 통신 시스템은 1개의 네트워크를 기준으로 네트워크의 채널이 주사용자에 의해 사용되고 있는지를 센싱하고 주사용자에 의해 사용되는 경우 1개의 네트워크에서 휴지 상태의 다른 채널로 스위칭하는 것으로, 서로 다른 종류의 네트워크가 다수 구비되어 있는 인지 통신 시스템에서 다수의 네트워크 중 경제적이거나 서비스 품질이 우수한 네트워크를 선택하는 방식에 대해서는 전혀 연구되고 있지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 위에서 언급한 종래 인지 통신 시스템이 가지는 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명이 이루고자 하는 목적은 다수의 네트워크를 구비하는 인지 통신 시스템에서 최적의 서비스 품질을 가지는 부사용자의 네트워크를 선택하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명이 이루고자 하는 다른 목적은 다수의 네트워크를 구비하는 인지 통신 시스템에서 각 네트워크의 송신 비용을 고려하여 경제적이거나 최적의 서비스 품질을 가지는 부사용자의 네트워크를 선택하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법은 인지 통신 시스템

의 다수 네트워크를 구성하는 각 네트워크에 대한 부사용자(secondary user)의 확장 데이터 송신 시간과 대기 시간을 계산하는 단계와, 계산한 확장 데이터 송신 시간과 대기 시간으로부터 각 네트워크의 전체 시스템 시간을 계산하는 단계와, 계산한 각 네트워크의 전체 시스템 시간에 기초하여 가장 작은 전체 시스템 시간을 가지는 네트워크를 부사용자에 대한 네트워크로 선택하는 단계와, 대기열에 저장되어 있는 부사용자의 데이터를 선택한 네트워크로 송신하는 단계를 포함하며, 선택한 네트워크로 송신된 부사용자의 데이터는 선택한 네트워크의 낮은 우선순위 대기행렬에 저장되어 우선순위에 따라 송신되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 여기서 각 네트워크에 대한 부사용자의 확장 데이터 송신 시간은 각 네트워크에 대한 부사용자 접속 서비스 시간과 각 네트워크에서 주사용자 접속에 의해 발생하는 주사용자의 접속 방해 시간의 합으로부터 계산된다.

[0012] 바람직하게, 각 네트워크(k)에 대한 부사용자의 확장 데이터 송신 시간($E[T^{(k)}]$)은 아래의 수학식에 의해 계산되며,

[0013] [수학식]

$$E[T^{(k)}] = E[X_s^{(k)}] + E[N^{(k)}] \cdot E[Y_p^{(k)}]$$

[0014]

[0015] 여기서 $X_s^{(k)}$ 는 네트워크(k)에 대한 부사용자 접속 서비스 시간을 의미하며 $N^{(k)}$ 는 네트워크(k)에서 발생하는

주사용자 접속에 따른 방해 접속의 횟수이며, $Y_p^{(k)}$ 는 네트워크(k)에서 주사용자 접속에 따른 주사용자의 네트워크(k) 사용 시간인 것을 특징으로 한다.

[0016] 여기서 대기 시간은 선택한 네트워크의 낮은 우선순위 대기행렬에 데이터가 저장된 후 선택한 네트워크의 채널이 휴지(idle) 상태가 되어 우선순위 대기행렬의 데이터가 송신 가능한 시점까지의 시간인 것을 특징으로 한다.

[0017] 바람직하게, 각 네트워크(k)에 대한 대기 시간($E[W_{pbc}^{(k)}]$)은 아래의 수학식에 의해 계산되며,

[0018] [수학식]

$$E[W_{pbc}^{(k)}] = \frac{E[R^{(k)}]}{(1 - \rho_p^{(k)})(1 - \rho_p^{(k)} - \rho_s^{(k)})}$$

[0019]

[0020] 여기서 $\rho_p^{(k)}$ 와 $\rho_s^{(k)}$ 는 각각 네트워크(k)의 주사용자 접속의 사용 효율과 부사용자 접속의 사용 효율을

의미하며, $E[R^{(k)}]$ 는 네트워크(k)의 평균 지연 시간이며 네트워크(k)의 평균 지연 시간은 아래의 수학식에 의해 계산되며,

[0021] [수학식]

$$E[R^{(k)}] = \frac{1}{2} \lambda_p^{(k)} E[(X_p^{(k)})^2] + \frac{1}{2} \lambda_s^{(k)} E[(X_s^{(k)})^2]$$

[0022]

[0023] 여기서 $\lambda_p^{(k)}$ 와 $\lambda_s^{(k)}$ 는 각각 네트워크(k)의 주사용자 데이터의 평균 도달율과 네트워크(k)의 데이터 송신

비용을 고려한 부사용자 데이터의 평균 도달율을 의미하며, $X_p^{(k)}$ 와 $X_s^{(k)}$ 는 각각 네트워크(k)에 대한 주사용자의 접속 서비스 시간과 부사용자 접속 서비스 시간인 것을 특징으로 한다.

[0024] 본 발명의 목적을 달성하기 위한 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 장치는 다수의 네트워크를 구비하는 인지 통신 시스템에서 다수 네트워크를 구성하는 각 네트워크에 대한 부사용자의 확장 데이터 송신 시간을 계산하는 송신 시간 계산부와, 각 네트워크에 대한 부사용자의 대기 시간을 계산하는 대기 시간 계산부와, 계산한 확장 데이터 송신 시간과 대기 시간으로부터 각 네트워크의 전체 시스템 시간을 계산하는 전체 시스템 시간 계산부와, 전체 시스템 시간에 기초하여 가장 작은 전체 시스템 시간을 가지는 네트워크를 부사용자에 대한 네트워크로 선택하는 네트워크 선택부를 포함한다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 따른 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법은 다수의 네트워크를 구비하는 인지 통신 시스템에서 전체 서비스 시간에 기초하여 최적의 서비스 품질을 가지는 부사용자의 네트워크를 선택하고 선택한 네트워크를 통해 부사용자의 데이터를 송수신하도록 한다.

[0026] 또한 본 발명에 따른 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법은 다수의 네트워크를 구비하는 인지 통신 시스템에서 각 네트워크의 데이터 송신 비용을 고려하여 경제적이며 최적의 서비스 품질을 가지는 네트워크를 통해 부사용자의 데이터를 송수신하도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명에 따른 인지(cognitive) 통신 시스템을 설명하기 위한 기능 블록도이다.

도 2는 본 발명에 따라 다수의 네트워크를 구비하는 인지 통신 시스템에서 네트워크를 선택하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 본 발명에 따른 부사용자의 확장 데이터 송신 시간을 계산하는 단계를 보다 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4는 부사용자의 대기 시간(W_T)과 부사용자의 평균 지연 시간(D_T)을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 다수의 네트워크를 구비하는 인지 통신 시스템에서 네트워크를 선택하는 장치를 설명하기 위한 기능 블록도이다.

도 6은 본 발명에 따른 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법에 따른 네트워크 선택의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하 첨부한 도면을 참고로 본 발명에 따른 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법에 대해 보다 구체적으로 설명한다.

[0029] 도 1은 본 발명에 따른 인지(cognitive) 통신 시스템을 설명하기 위한 기능 블록도이다.

[0030] 도 1을 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 네트워크 선택 장치(100)는 다수의 네트워크에 대한 전체 시스템 시간을 계산하고, 계산한 각 네트워크의 전체 시스템 시간에 기초하여 네트워크 선택 장치(100)의 대기열로 입력 저장되는 있는 부사용자(secondary user)의 데이터를 송신할 네트워크를 선택한다.

[0031] 바람직하게, 네트워크 선택 장치(100)는 다수의 네트워크 중 대기열에 저장되어 있는 부사용자의 데이터를 송신할 가용 네트워크가 존재하는지 판단하며, 판단한 가용 네트워크 각각의 전체 시스템 시간을 계산하여 네트워크를 선택한다.

[0032] 각 네트워크는 주사용자(primary user)에 할당되어 주사용자 데이터 송신에 사용되는 높은 우선순위 대기열(Q1)과 부사용자에 할당되어 주사용자 데이터 송신에 사용되는 낮은 우선순위 대기열(Q2)을 구비하고 있다. 즉, 각 네트워크의 대기열은 우선 순위 대기열 M/G/1(preemptive resume priority(PRP) queuing model)로 낮은 우선 순위를 가지는 부사용자 데이터가 낮은 우선순위 대기열(Q2)에 존재하여 부사용자 접속을 통해 부사용자 데이터를 송신 중, 높은 우선 순위를 가지는 주사용자 데이터가 존재하는 경우 부사용자 접속을 중단하고 주사용자 접속을 통해 주사용자 데이터를 송신한다. 주사용자 데이터의 송신이 완료된 후 부사용자 접속을 통해 중단된 시점부터 다시 부사용자 데이터를 송신한다.

[0033] 도 2는 본 발명에 따라 다수의 네트워크를 구비하는 인지 통신 시스템에서 네트워크를 선택하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0034] 도 2를 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 인지 통신 시스템을 구성하는 다수의 네트워크에 대한 통신 파라미터를 모니터링하여 계산한다(S105).

[0035] 모니터링되는 통신 파라미터는 아래의 표 1과 같다.

표 1

[0036]

통신 파라미터	정의
$\lambda_p^{(k)}$ (packet/slot)	네트워크 k에서 주사용자 접속에 따른 주사용자 데이터의 평균 도달율(average arrival rates of primary user's connection at network k)
λ_s (packet/slot)	부사용자 접속에 따른 부사용자 데이터의 평균 도달율
$L_p^{(k)}$	채널k에서 주사용자 접속으로 송신되는 데이터 사이즈
L_s	부사용자 접속으로 송신되는 데이터 사이즈
$R_p^{(k)}$	채널 k에서 주사용자 접속으로 송신되는 주사용자 데이터의 송신율
$R_s^{(k)}$	채널 k에서 부사용자 접속으로 송신되는 부사용자 데이터의 송신율

[0037] 계산한 통신 파라미터에 기초하여 다수 네트워크 각각에 대한 부사용자 데이터의 확장 데이터 송신 시간($E[T^{(k)}]$)을 계산하고(S110) 다수 네트워크 각각에 대한 부사용자 데이터의 대기 시간($E[W^{(k)}]$)을 계산한다(S120). 부사용자의 확장 데이터 송신 시간은 각 네트워크에 대한 부사용자 접속 서비스 시간과 각 네트워크에서 주사용자 접속에 의해 발생하는 주사용자의 접속 방해 시간의 합으로부터 계산된다. 한편, 대기 시간은 선택한 네트워크의 낮은 우선순위 대기행렬에 데이터가 저장된 후 선택한 네트워크의 채널이 휴지(idle) 상태가 되어 우선순위 대기행렬의 데이터가 송신 가능한 시점까지의 시간으로 계산된다.

[0038] 인지 통신 시스템을 구성하는 모든 네트워크 각각에 대한 부사용자의 확장 데이터의 송신 시간과 대기 시간의 합으로부터 각 네트워크의 전체 시스템 시간($E[s^{(k)}]$)을 아래의 수학식(1)과 같이 계산한다(S130).

[0039] [수학식 1]

[0040]
$$E[S^{(k)}] = E[W^{(k)}] + E[T^{(k)}]$$

[0041] 인지 통신 시스템을 구성하는 모든 네트워크 각각에 대한 전체 시스템 시간에 기초하여 가장 작은 전체 시스템 시간을 가지는 네트워크를 부사용자 접속을 위한 네트워크로 선택하고 선택한 네트워크를 통해 부사용자 데이터를 송신한다(S140).

[0042] 도 3은 본 발명에 따른 부사용자의 확장 데이터 송신 시간을 계산하는 단계를 보다 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.

[0043] 도 3을 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 부사용자의 접속 서비스 시간의 예측값($E[X_s^{(k)}]$)을 계산한다(S111).

[0044] 여기서 $X_s^{(k)}$ 는 네트워크(k)에 대한 부사용자 접속 서비스 시간을 의미하며, 부사용자 접속 서비스 시간의

예측값 $E[X_s^{(k)}]$ 은 아래의 수학식(2)와 같이 계산된다.

[0045] [수학식 2]

$$E[X_s^{(k)}] = E\left[\frac{L_s}{R_s^{(k)}}\right]$$

[0047] 네트워크 k에서 발생하는 주사용자의 접속에 따른 주사용자의 접속 방해 시간의 예측값($E[I]$)을 아래의 수학식(3)과 같이 계산한다(S113).

[0048] [수학식 3]

$$E[I] = E[N^{(k)}] \cdot E[Y_p^{(k)}]$$

[0050] 여기서 $N^{(k)}$ 는 네트워크(k)에서 발생하는 주사용자 접속에 따른 방해 접속의 횟수이며, $Y_p^{(k)}$ 는 네트워크(k)에서 주사용자의 사용 시간을 의미한다. 주사용자 접속에 따른 방해 접속 횟수의 예측값 $E[N^{(k)}]$ 은 아래의 수학식(4)과 같이 계산되며, 주사용자의 사용 시간의 예측값 $E[Y_p^{(k)}]$ 은 아래의 수학식(5)와 같이 계산된다.

[0051] [수학식 4]

$$E[N^{(k)}] = \lambda_p^{(k)} \cdot E[X_s^{(k)}]$$

[0053] [수학식 5]

$$E[Y_p^{(k)}] = \frac{E[X_p^{(k)}]}{1 - \lambda_p^{(k)} E[X_p^{(k)}]}$$

[0055] 여기서 $E[X_p^{(k)}]$ 는 네트워크(k)에서 주사용자 접속 서비스 시간의 예측값으로 아래의 수학식(6)와 같이 계산된다.

[0056] [수학식 6]

$$E[X_p^{(k)}] = E\left[\frac{L_p^{(k)}}{R_p^{(k)}}\right]$$

[0058] 부사용자의 접속 서비스 시간의 예측값과 주사용자의 접속 방해 시간의 예측값으로부터 부사용자의 네트워크 k에서의 확장 데이터 송신 시간을 계산한다(S115). 바람직하게, 부사용자의 확장 데이터 송신 시간의 예측값($E[T^{(k)}]$)은 아래의 수학식(7)에 의해 계산된다.

[0059] [수학식 7]

$$E[T^{(k)}] = E[X_s^{(k)}] + E[N^{(k)}] \cdot E[Y_p^{(k)}]$$

[0060]

[0061]

[0062] 한편, 다수 네트워크 각각에 대한 부사용자 데이터의 대기 시간($E[W^{(k)}]$)은 네트워크 k에서의 부사용자의 평균 지연 시간과 네트워크 k의 송신 비용을 고려한 사용 효율로부터 아래의 수학식(8)에 의해 계산된다. 여기서 부사용자의 대기 시간(W_T)과 부사용자의 평균 지연 시간(D_T)을 도 4를 참고로 설명하면, 평균 지연 시간(D_T)은 네트워크 k에서 주사용자 접속이 진행되는 중 부사용자가 데이터를 송신하고자 하는 경우 주사용자 접속이 완료된 후 부사용자가 데이터를 송신할 수 있는 상태로 되기까지의 소요 시간을 의미하며, 대기 시간(W_T)은 네트워크를 선택하여 낮은 우선 순위 대기열에 부사용자 데이터를 저장하고 선택한 네트워크의 채널이 휴지 상태로 되어 부사용자 데이터를 송신하는데 소요되는 전체 시간을 의미한다.

[0063] [수학식 8]

$$E[W^{(k)}] = \frac{E[R^{(k)}]}{(1 - \rho_p^{(k)})(1 - \rho_p^{(k)} - \rho_s^{(k)})}$$

[0064]

[0065] 여기서 $\rho_p^{(k)}$ 와 $\rho_s^{(k)}$ 는 각각 네트워크(k)의 주사용자 접속의 사용 효율과 부사용자 접속의 사용 효율을 의미하며, $E[R^{(k)}]$ 는 네트워크(k)의 평균 지연 시간($R^{(k)}$)에 대한 예측값이며 아래의 수학식(9)에 의해 계산된다.

[0066] [수학식 9]

$$E[R^{(k)}] = \frac{1}{2} \lambda_p^{(k)} E[(X_p^{(k)})^2] + \frac{1}{2} \lambda_s^{(k)} E[(X_s^{(k)})^2]$$

[0067]

[0068] 여기서 $\lambda_s^{(k)}$ 는 네트워크 k의 송신 비용을 고려한 부사용자 데이터의 평균 도달율로 아래의 수학식(10)과 같이 계산된다.

[0069] [수학식 10]

$$\lambda_s^{(k)} = w^{(k)} \cdot \lambda_s$$

[0070]

[0071] 여기서 $w^{(k)}$ 는 송신 비용 가중치로 아래의 수학식(11)와 같이 계산된다.

[0072] [수학식 11]

$$w^k = \frac{c(k)}{\sum_{k=1}^M c(k)}$$

[0073]

[0074] 여기서 $c(k)$ 는 네트워크 k를 통해 단위 데이터를 송신하는데 소요되는 비용을 의미한다.

[0075] 한편, 주사용자 접속의 사용 효율과 부사용자 접속의 사용 효율은 각각 아래의 수학식(10)과 수학식(11)로 표현

된다.

[0076] [수학식 10]

$$\rho_p^{(k)} = \lambda_p^{(k)} E[X_p^{(k)}]$$

[0078] [수학식 11]

$$\rho_s^{(k)} = \lambda_s^{(k)} E[X_s^{(k)}]$$

[0080] 여기서 주사용자 접속의 사용 효율과 부사용자 접속의 사용 효율의 합으로 계산되는 전체 사용 효율은 1보다 작다.

[0081] 도 5는 본 발명에 따른 다수의 네트워크를 구비하는 인지 통신 시스템에서 네트워크를 선택하는 장치를 설명하기 위한 기능 블록도이다.

[0082] 도 5를 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 파라미터 계산부(110)는 대기열(105)로 입력되어 저장되는 부사용자 데이터에 기초하여 부사용자 접속에 따른 부사용자 데이터의 평균 도달율을 계산하거나 다수 네트워크로부터 수신되는 통신 상태 정보에 기초하여 통신 파라미터를 계산한다.

[0083] 송신 시간 계산부(120)는 통신 파라미터에 기초하여 다수 네트워크 각각의 부사용자 확장 데이터 송신 시간을 계산하며, 대기시간 계산부(130)는 통신 파라미터에 기초하여 각 네트워크의 송신 비용을 고려한 각 네트워크의 부사용자에 대한 대기 시간을 계산한다.

[0084] 전체 시간 계산부(140)는 각 네트워크에 대한 부사용자의 확장 데이터 송신 시간과 대기 시간의 예측값으로부터 각 네트워크에 대한 전체 시스템 시간을 계산한다. 네트워크 선택부(150)는 각 네트워크에 대한 전체 시스템 시간의 크기를 비교하여 가장 작은 전체 시스템 시간을 가지는 네트워크를 부사용자 데이터 송신을 위한 네트워크로 선택하며, 송신부(160)는 선택한 네트워크로 대기열(105)에 저장되어 있는 부사용자 데이터를 송신 제어한다.

[0085] 도 6은 본 발명에 따른 인지 통신 시스템의 네트워크 선택 방법에 따른 네트워크 선택의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0086] 각 케이스에서 네트워크2와 네트워크3의 평균 도달율을 0.02, 0.03으로 고정 설정하고, 네트워크1, 2, 3의 주사용자에 대한 접속 서비스 시간의 예측값과 부사용자에 대한 접속 서비스 시간의 예측값을 각각 10, 20, 20과 10, 10, 10으로 고정 설정하고, 부사용자 접속에 따른 부사용자 데이터의 평균 도달율을 0.01로 고정 설정하며, 네트워크1, 2, 3에 대한 송신 비용을 1, 2, 3으로 고정 설정하며 다만 네트워크 1의 평균 도달율을 케이스 1, 2, 3, 4에 따라 0.01, 0.02, 0.03, 0.04로 변경한다.

[0087] 케이스1

[0088] 네트워크 1 : 주사용자의 평균 도달율= 0.01 일때의 전체 시스템 시간

[0089] 네트워크 2 : 주사용자의 평균 도달율= 0.02 일때의 전체 시스템 시간

[0090] 네트워크 3 : 주사용자의 평균 도달율= 0.03 일때의 전체 시스템 시간

[0091] 케이스2

[0092] 네트워크 1 : 주사용자의 평균 도달율= 0.02 일때의 전체 시스템 시간

[0093] 네트워크 2 : 주사용자의 평균 도달율= 0.02 일때의 전체 시스템 시간

[0094] 네트워크 3 : 주사용자의 평균 도달율= 0.03 일때의 전체 시스템 시간

[0095] 케이스3

[0096] 네트워크 1 : 주사용자의 평균 도달율= 0.03 일때의 전체 시스템 시간

[0097] 네트워크 2 : 주사용자의 평균 도달율= 0.02 일때의 전체 시스템 시간

[0098] 네트워크 3 : 주사용자의 평균 도달율= 0.03 일때의 전체 시스템 시간

[0099] 케이스4

[0100] 네트워크 1 : 주사용자의 평균 도달율= 0.04 일때의 전체 시스템 시간

[0101] 네트워크 2 : 주사용자의 평균 도달율= 0.02 일때의 전체 시스템 시간

[0102] 네트워크 3 : 주사용자의 평균 도달율= 0.03 일때의 전체 시스템 시간

[0103] 도 6을 참고로 살펴보면, 케이스 1, 2, 3, 4는 네트워크 1에서 주사용자의 평균 도달율이 0.01, 0.02, 0.03, 0.04로 증가했을 때 케이스 3까지는 네트워크 1의 전체 시스템 시간이 가장 작기 때문에 부사용자의 접속 네트워크로 네트워크1을 선택하지만 케이스 4에서와 같이 네트워크 1에서 주사용자의 평균 도달율을 0.04로 증가시키는 경우 전체 시스템 시간이 네트워크 2에서 가장 작기 때문에 부사용자의 접속 네트워크로 네트워크 2를 선택한다.

[0104] 한편, 상술한 본 발명의 실시 예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.

[0105] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체는 마그네틱 저장 매체(예를 들어, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(예를 들면, 인터넷을 통한 전송)와 같은 저장 매체를 포함한다.

[0106] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0107] 100: 네트워크 선택 장치

105: 대기열

110: 파라미터 계산부

120: 송신 시간 계산부

130: 대기 시간 계산부

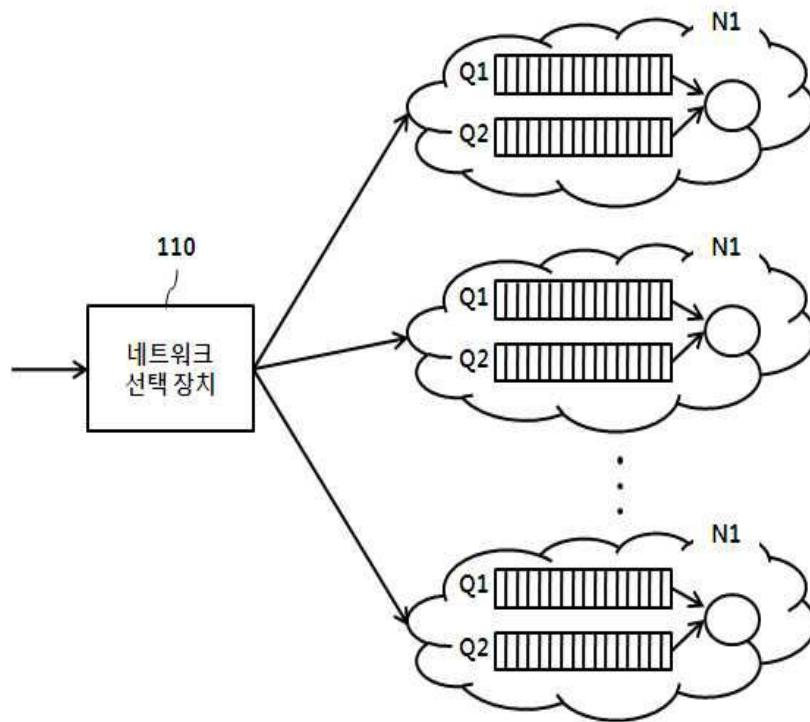
140: 전체 시간 계산부

150: 네트워크 선택부

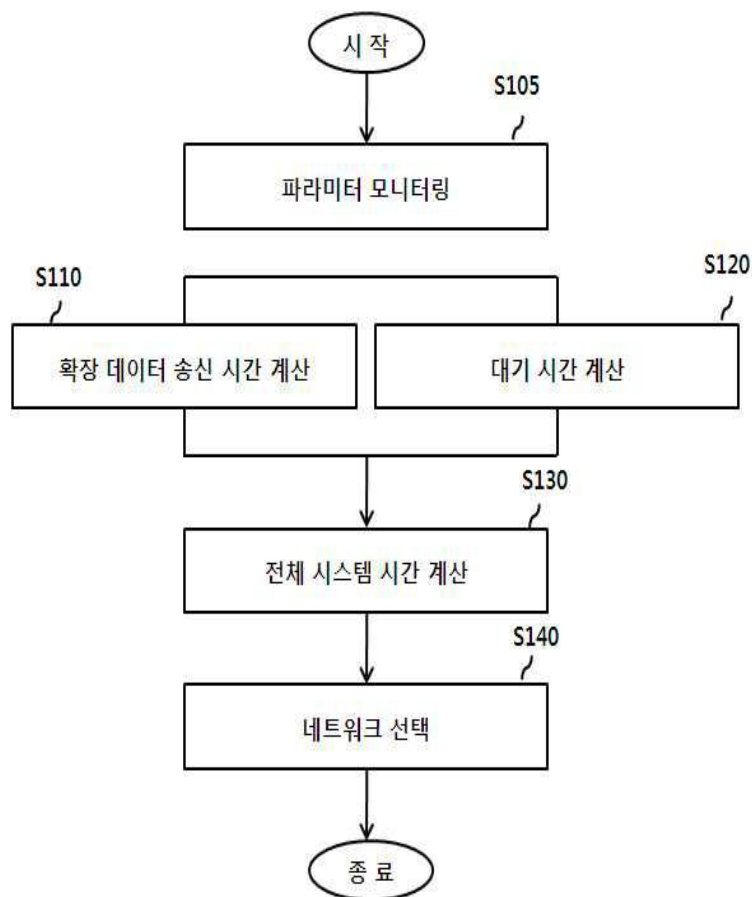
160: 송신부

도면

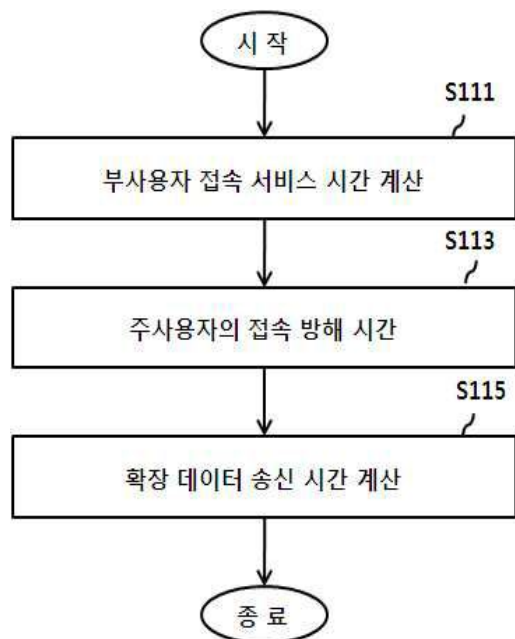
도면1



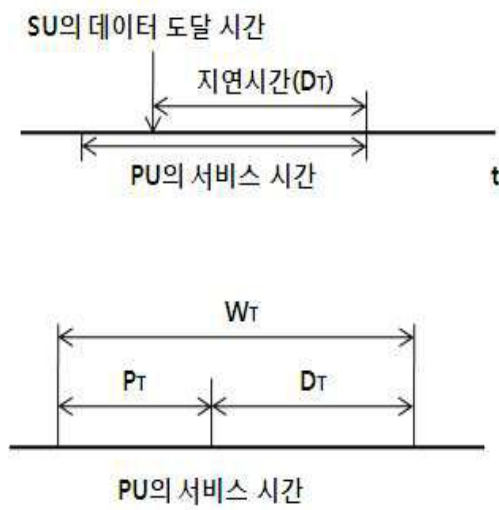
도면2



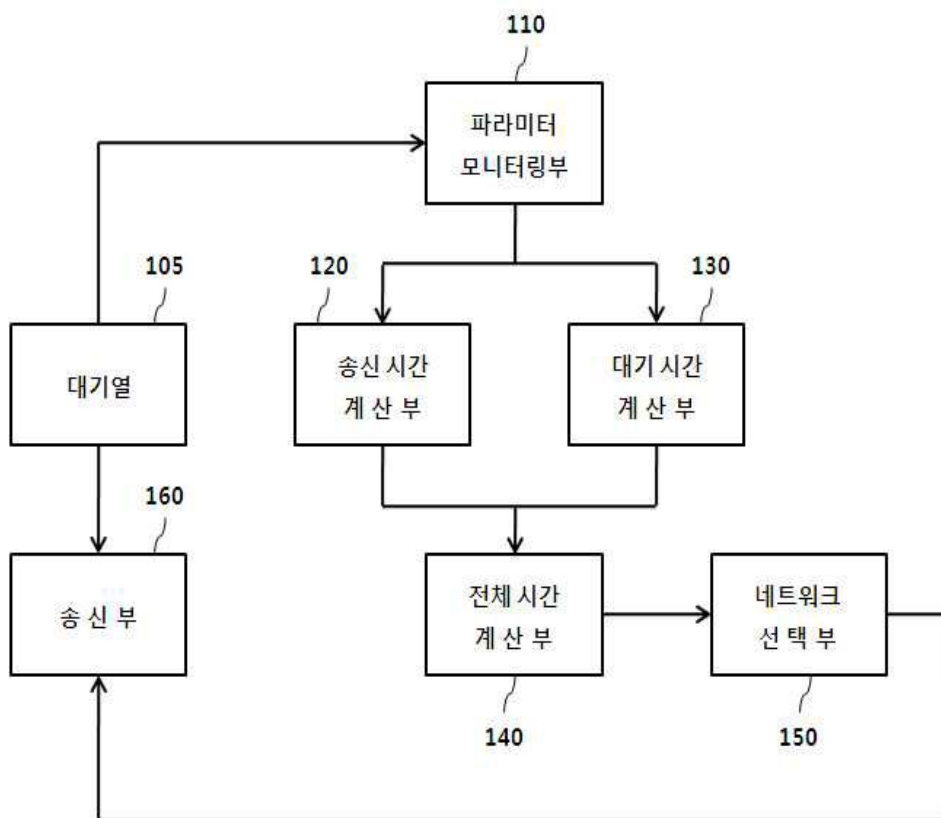
도면3



도면4



도면5



도면6

