



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0030768
(43) 공개일자 2011년03월24일

(51) Int. Cl.

H04W 74/08 (2009.01) H04B 7/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0088355

(22) 출원일자 2009년09월18일

심사청구일자 2009년09월18일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

곽경섭

인천시 남구 용현3동 인하대학교 하이테크센터 302호

유동관

경기도 성남시 수정구 복정동 423 동서울대학교 컴퓨터정보과

(74) 대리인

특허법인무한

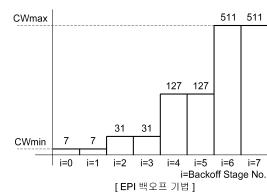
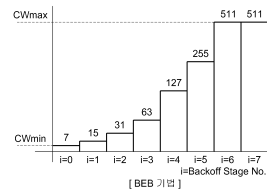
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 무선 네트워크에서의 EPI 백오프 기법

(57) 요약

WLAN에서의 백오프 기법이 개시된다. EPI 백오프 기법은, 각각의 백오프 스테이지에서 백오프 카운터의 값이 0이 될 때 전송권리를 획득하여 프레임 전송할 수 있도록 동작하는데, 본 발명에서는 전송권리를 획득하였을 때 해당 백오프 스테이지의 상태를 기초로 해서 경쟁 윈도우 크기를 다르게 결정함으로써, WLAN에서 프레임 전송에 따라 발생된 충돌로 인한 성능 저하를 감소시킬 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 IITA-2009-C1090-0902-0019

부처명 지식경제부 정보통신연구진흥원

연구관리전문기관

연구사업명 대학IT연구센터 육성지원사업

연구과제명 초광대역(UWB) 무선 전송 및 시스템 응용기술

기여율

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2009.01.01-2009.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

백오프 스테이지의 상태를 고려하여 전송 권리를 획득하는 단계; 및

상기 백오프 스테이지의 상태가 짝수인지 혹은 홀수인지에 따라 상기 경쟁 윈도우 크기를 다르게 결정하는 백오프 기법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 결정하는 단계는,

상기 백오프 스테이지의 상태가 짝수이면, 상기 경쟁 윈도우 크기를 증가시키는 백오프 기법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 결정하는 단계는,

상기 획득된 백오프 스테이지의 상태가 짝수이면, 상기 경쟁 윈도우 크기를 이전 경쟁 윈도우 크기에 비해 2배 증가시키는 백오프 기법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 획득된 백오프 스테이지의 상태가 홀수이면, 상기 경쟁 윈도우 크기를 변경없이 그대로 유지하는 백오프 기법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 무선 네트워크에서의 백오프 기법이 개시된다. 특히, WLAN에서 프레임 전송 중에 충돌이 발생한 경우에, 충돌을 일으킨 스테이션들의 재전송 간격을 적절히 조정해주는 백오프 기법이 개시된다.

배경 기술

[0002] 다양한 정보와 자원을 제약없는 연결성을 갖고 공유할 수 있도록 하는 WLAN은 효율성과 편리함으로 무선 사용자 환경에서 광범위하게 사용되고 있으나, 무선 네트워크의 혼잡도가 높아질 경우 상대적인 전송 효율이 저하되는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 효과적인 MAC 프로토콜의 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0003] 특히, 프레임 전송 중에 충돌이 발생한 경우 충돌을 일으킨 스테이션들의 재전송 간격을 조정해주는 백오프 알고리즘에 관한 여러 연구가 활발히 진행되고 있다. 백오프(Backoff) 기법은 백오프 스테이지, 백오프 카운터, 경쟁 윈도우 등의 세 가지 매개 변수를 사용하여 동작한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0004] 본 발명은 WLAN 환경에서, 프레임 전송 중에 충돌이 발생한 경우에, 충돌을 일으킨 스테이션들의 재전송 간격을 적절히 조정하는 백오프 기법을 제공한다.

과제 해결수단

[0005] 본 발명의 일실시예에 따른 백오프 기법은, 백오프 스테이지의 상태를 기초로 전송권리를 획득하는 단계, 및 백오프 스테이지의 상태를 기초로 경쟁 윈도우 크기를 다르게 결정하는 단계를 포함한다.

[0006] 이때, 결정하는 단계는, 획득된 백오프 스테이지의 상태가 짝수이면, 경쟁 윈도우 크기를 증가시키고, 획득된 백오프 스테이지의 상태가 홀수이면, 경쟁 윈도우 크기를 변경없이 그대로 유지할 수 있다.

효 과

[0007] 본 EPI 백오프 기법은, 네트워크에서 전송 프레임의 충돌이 연속적으로 발생하는 경우에, 경쟁 윈도우 크기가 급격히 증가되는 것을 보완할 수 있다.

[0008] 또한, 급격한 경쟁 윈도우 크기의 증가로 인해 발생하는 WLAN 환경에서의 시스템 성능 저하를 감소시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0009] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 실시예를 설명하기로 한다. 이하에서는, 본 실시예에서 제안하는 백오프 기법을 EPI(Even Pair Increase) 기법으로 칭하여 설명하기로 한다.

[0010] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 EPI 백오프 기법을 설명하기 위해 제공되는 흐름도이다.

[0011] 먼저, 스테이션은 프레임을 전송한다(S110).

[0012] 이어, 스테이션은 전송한 프레임에 대한 응답인 ACK(Acknowledgement)를 기다린다(S130).

[0013] 그리고, ACK가 수신되면(S150:Y), 스테이션은 새로운 경쟁 윈도우의 크기(CW_{new})를 최소값(CW_{min})으로 결정한다(S170).

[0014] 이때, ACK가 수신되지 않으면(S150:N), 스테이션은 획득된 백오프 스테이지의 상태를 기초로 경쟁 윈도우의 크기를 다르게 결정한다.

[0015] 즉, ACK가 수신되지 않으면(S150:N), 스테이션은 새로운 경쟁 윈도우의 크기(CW_{new})를 백오프 스테이지의 개수가 짝수인지 혹은 홀수인지에 따라 다르게 결정한다(S190).

[0016] 구체적으로, 도 2에 도시된 바와 같이, 스테이션은, 백오프 스테이지의 상태 i 가 짝수(even: $i=0, i=2, i=4, i=6$)인 경우에는, 새로운 경쟁 윈도우 크기를 기존의 백오프 기법인 BEB 기법과 동일한 값으로 증가되도록 결정할 수 있다. 즉, 예를 들면, 스테이션은, 백오프 스테이지의 개수가 짝수이면, 새로운 경쟁 윈도우 크기(CW_{new})를 이전 경쟁 윈도우 크기(CW_{old})보다 2배 증가되도록 결정할 수 있다.

[0017] 이때, 스테이션은, 이전 경쟁 윈도우 크기에 2^2 곱($CW_{old} \times 2^2$)과 최대 경쟁 윈도우 크기(CW_{max}) 중 최소 값을 새로운 경쟁 윈도우로 결정한다.

[0018] 또한, 스테이션은, 백오프 스테이지의 상태 i 가 홀수(odd: $i=1, i=3, i=5, i=7$)인 경우에는, 이전 경쟁 윈도우 크기(CW_{old})와 최대 경쟁 윈도우 크기(CW_{max}) 중 최소 값을 새로운 경쟁 윈도우 크기(CW_{new})로 결정한다. 즉, 이전 백오프 스테이지인 짝수 백오프 스테이지의 경쟁윈도우 크기를 유지하도록 결정하며, 이때, 스테이션은 아래의 수학적 식 1을 기초로 경쟁 윈도우의 크기를 결정한다.

수학식 1

$$W_i = CW_{\min} + 1, i=0$$

$$\min[2^i(CW_{\min}+1), CW_{\max}+1], 0 < i=m \text{ \& } i=\text{even}$$

$$\min[2^{i-1}(CW_{\min}+1), CW_{\max}+1], 0 < i=m \text{ \& } i=\text{odd}$$

[0019]

[0020]

여기서, W_i 는 백오프 스테이지 i 에서의 경쟁 윈도우 크기, $CW_{\min}$ 는 최소 경쟁 윈도우 크기, $CW_{\max}$ 는 최대 경쟁 윈도우 크기, m 은 양수를 나타낸다.

[0021]

도 3은 본 일실시예에 따른 EPI 기법을 2차원 마코프 체인(Markov Chain)으로 모델화한 도면이다.

[0022]

도 3에서는, 이상적인 채널과 고정된 수 n 의 스테이션이 항상 전송 가능한 패킷을 갖는 포화상태임을 가정하고 있으며, 각 전송 시도 시에 재전송 수와 무관하게 각 패킷은 독립적이고, 고정된 확률 p 로 충돌이 발생함을 가정한다. 이하에서, $s(t)$ 는 시간 t 에서의 스테이션의 백오프 스테이지($0, m$)를 설명하기 위한 확률 프로세스를 나타내고, $b(t)$ 는 스테이션의 백오프 타임 카운터를 설명하기 위한 확률 프로세스로 이산적이고 정수인 시간 범위를 나타낸다.

[0023]

이때, 스테이션은 아래의 수학식 2를 기초로 상태 천이 확률 P 를 산출한다.

수학식 2

$$P\{i, k|i, k+1\} = 1, \quad k \in (0, W_i-2), i \in (0, m)$$

$$P\{0, k|i, 0\} = (1-p)/W_0, \quad k \in (0, W_0-1), i \in (0, m)$$

$$P\{i, k|i-1, 0\} = p/W_i, \quad k \in (0, W_i-1), i \in (1, m)$$

[0024]

$$P\{m, k|m, 0\} = p/W_m, \quad k \in (0, W_m-1)$$

[0025]

또한, 스테이션은, 수학식 2에서 마코프 체인의 규칙성을 이용하여 아래의 수학식 3과 같이, 스테이션의 백오프 타임 카운터를 나타내는 확률 프로세스를 산출한다.

수학식 3

$$b_{i-1,0} \cdot p = b_{i,0} \Rightarrow b_{i,0} = p^i b_{0,0}, \quad 0 < i < m$$

$$b_{m-1,0} \cdot p = (1-p)b_{m,0} \Rightarrow b_{m,0} = \frac{p^m}{1-p} b_{0,0}$$

[0026]

[0027]

이때, 스테이션은, $s(t)$ 의 $(0, W_{i-1})$ 에서의 평형 방정식을 아래의 수학식 4와 같이 산출한다.

수학식 4

$$b_{i,k} = \frac{W_i - k}{W_i} \begin{cases} (1-p) \sum_{j=0}^m b_{j,0} & i=0 \\ p \cdot b_{i-1,0} & 0 < i < m \\ p \cdot (b_{m-1,0} + b_{m,0}) & i = m \end{cases}$$

[0028]

[0029] 그리고, 스테이션은, 수학식 3과 $\sum_{i=0}^m \frac{1-p}{b_{i,0}}$ 를 이용하여 수학식 4의 평형 방정식을 아래의 수학식 5와 같이 계산출한다.

수학식 5

$$b_{i,k} = \frac{W_i - k}{W_i} b_{i,0} \quad i \in (0, m), k \in (0, W_{i-1})$$

[0030]

[0031] 이어, 스테이션은, $b_{0,0}$ 을 정규화 조건에 기초하여 아래의 수학식 6과 같이 일반화한다.

수학식 6

$$1 = \sum_{i=0}^m \sum_{k=0}^{W_i-1} b_{i,k} = \sum_{i=0}^m b_{i,0} \sum_{k=0}^{W_i-1} \frac{W_i - k}{W_i} = \sum_{i=0}^m b_{i,0} \frac{W_i + 1}{2}$$

[0032]

[0033] 그리고, 스테이션은, 수학식 6을 이용하여 백오프 스테이지의 개수가 짝수인 경우에는 경쟁 윈도우를 증가되도록 결정하고, 이는 아래의 수학식 7 및 8과 같다.

수학식 7

$$1 = \sum_{i=0}^m b_{i,p} \frac{W_i}{2} + \sum_{i=0}^m \frac{b_{i,p}}{2}$$

[0034]

$$= \sum_{i=0}^{m-1} b_{i,p} \frac{W_i}{2} + \frac{p^m b_{0,p}}{1-p} \frac{2^m W}{2} + \sum_{i=0}^m \frac{b_{i,p}}{2}$$

$$= \sum_{i=0}^{m-1} p^i b_{0,p} \frac{2^i W}{2} + \frac{p^m b_{0,p}}{1-p} \frac{2^m W}{2} + \frac{b_{0,p}}{2(1-p)}$$

$$= \frac{b_{0,p} W}{2} \sum_{i=0}^{m-1} (2p)^i + \frac{b_{0,p} W}{2} \frac{(2p)^m}{(1-p)} + \frac{b_{0,p}}{2(1-p)}$$

$$= \frac{b_{0,p}}{2} \left[W \left((1+p) \frac{(1-(2p)^m)}{1-(2p)^2} + \frac{(2p)^m}{(1-p)} \right) + \frac{1}{(1-p)} \right]$$

[0035]

수학식 8

$$\begin{aligned}
 b_{0,p} &= \frac{2}{W \left((1+p) \frac{(1-(2p)^m)}{1-(2p)^2} + \frac{(2p)^m}{(1-p)} \right) + \frac{1}{(1-p)}} \\
 &= \frac{2(1-p)}{W(1-p^2) \frac{(1-(2p)^m)}{1-(2p)^2} + W(2p)^m + 1} \\
 &= \frac{2(1-p)(1-(2p)^2)}{W - Wp^2 + Wp^2(2p)^m - W(2p)^2(2p)^m + 1 - (2p)^2} \\
 &= \frac{2(1-p)(1-(2p)^2)}{W - Wp^2 - W3p^2(2p)^m + 1 - (2p)^2} \\
 &= \frac{2(1-p)(1-(2p)^2)}{W(1-p^2 - 3p^2(2p)^m) + 1 - (2p)^2}
 \end{aligned}$$

[0036]

[0037]

이어, 스테이션은, 임의로 백오프 슬롯 타임을 선택하고, 선택된 백오프 슬롯 타임에서 전송할 확률을 산출한다. 이때, 백오프 카운터가 0이면, 아래의 수학식 9와 같이, 백오프 스테이지와 상관없이 프레임 전송이 발생하게 된다. 즉, 스테이션은, 각각의 백오프 스테이지에서 백오프 카운터의 값이 0이 될 때 전송권리를 획득하고, 획득된 전송권리를 기초로 해서 경쟁 윈도우 크기를 다르게 결정할 수 있다.

수학식 9

$$\begin{aligned}
 \tau &= \sum_{i=0}^m b_{i,p} = \frac{b_{0,0}}{(1-p)} \\
 &= \frac{2(1-(2p)^2)}{W(1-p^2 - 3p^2(2p)^m) + 1 - (2p)^2}
 \end{aligned}$$

[0038]

[0039]

여기서, p는 조건부 충돌확률을 나타내고, τ는 p에 의존적인 값을 나타낸다. 이때, 전송 프레임이 충돌될 확률 p는 타임 슬롯 안에서 남아 있는 스테이션 n-1 중에 최소 하나 이상에 의해 전송될 수 있으며, 이에 따라, 스테이션은 전송 프레임이 스테이션 n-1 중에 최소 하나 이상에 의해 전송할 확률 p를 아래의 수학식 10과 같이 산출한다.

수학식 10

[0040]

$$p = 1 - (1 - \tau)^{n-1}$$

[0041]

이어, 스테이션은 수학식 9 및 10을 이용하여 아래의 수학식 11과 같이 포화처리율을 산출한다. 수학식 11에서 분자인 $P_{tr}P_sE[P]$ 는 해당 슬롯 타임당 전송에 성공한 패이로드의 평균 길이를 나타내고, 분모인

$$(1 - P_{tr})\sigma + P_{tr}P_sT_s + P_{tr}(1 - P_s)T_c$$

는 전체 슬롯 타임의 평균 길이를 나타낸다.

수학식 11

$$S_{(EPI)} = \frac{P_s P_{tr} E[P]}{(1 - P_{tr})\sigma + P_{tr} P_s T_s + P_{tr} (1 - P_s) T_c}$$

여기서, E[P]는 패킷 페이로드의 길이, $P_{tr}P_s$ 는 슬롯 타임에서 전송을 성공할 확률, $1-P_{tr}$ 은 슬롯 타임이 비어있을 확률, $P_{tr}(1-P_s)$ 는 충돌이 발생할 확률, T_s 는 패킷의 성공적인 전송으로 인해 채널이 BUSY를 감지한 평균 시간, T_c 는 전송된 패킷의 충돌 기간 중에 각 스테이션에 의해 채널이 BUSY가 되는 평균 시간, σ 는 비어있는 슬롯 타임이 기간을 나타낸다.

이때, 수학식 11은 아래의 수학식 12와 같이 표현될 수 있다.

수학식 12

$$S_{(EPI)} = \frac{E[P]}{\left[T_s + \sigma \frac{1 - P_{tr(EPI)}}{P_{s(EPI)} P_{tr(EPI)}} + T_c \left(\frac{1}{P_{s(EPI)}} - 1 \right) \right]}$$

여기서, $\sigma \frac{1 - P_{tr(EPI)}}{P_{s(EPI)} P_{tr(EPI)}}$ 는 성공한 패킷 전송당 평균 아이들(IDLE) 슬롯 타임의 수,

$T_c \left(\frac{1}{P_{s(EPI)}} - 1 \right)$ 는 성공적인 패킷 전송당 충돌에 의해 채널이 소비하는 시간을 나타낸다.

도 4 내지 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 EPI 백오프 기법의 성능을 비교 분석한 시뮬레이션 결과를 도시한 그래프이다. 이하의 도 4 내지 도 8에서는 아래의 표 1을 기초로 시뮬레이션 파라미터들을 설정한다.

표 1

항목	기호	파라미터 값
패킷 페이로드 길이	P	8184 bits
MAC 헤더 길이	MAChdr	272 bits
PHY 헤더 길이	PHYChdr	128 bits
ACK 길이	ACK	112 bits + PHYChdr
RTS 길이	RTS	160 bits + PHYChdr
CTS 길이	CTS	112 bits + PHYChdr
전송률	Tr	1 Mbit/s
전파지연 시간	δ	1 s
슬롯 타임		50 s
SIFS 길이	SIFS	28 s
DIFS 길이	DIFS	128 s
ACK_Timeout	ACKTOUT	300 s
CTS_Timeout	CTSTOUT	300 s

구체적으로, 도 4는 EPI 백오프 기법의 수학적 모델의 포화처리율과 검증용 시뮬레이션의 포화처리율을 도시한 그래프이다. 즉, 도 4를 참조하면, 실선은 EPI 백오프 기법의 수학적 모델의 포화처리율인, 마코프 체인 모델의 결과이고, 기호로 표시된 부분은 검증용 시뮬레이션의 포화처리율을 나타낸다. 이를 통해, 실선과 기호(○, △,

▲, *)로 표시된 값들이 거의 일치함을 알 수 있다.

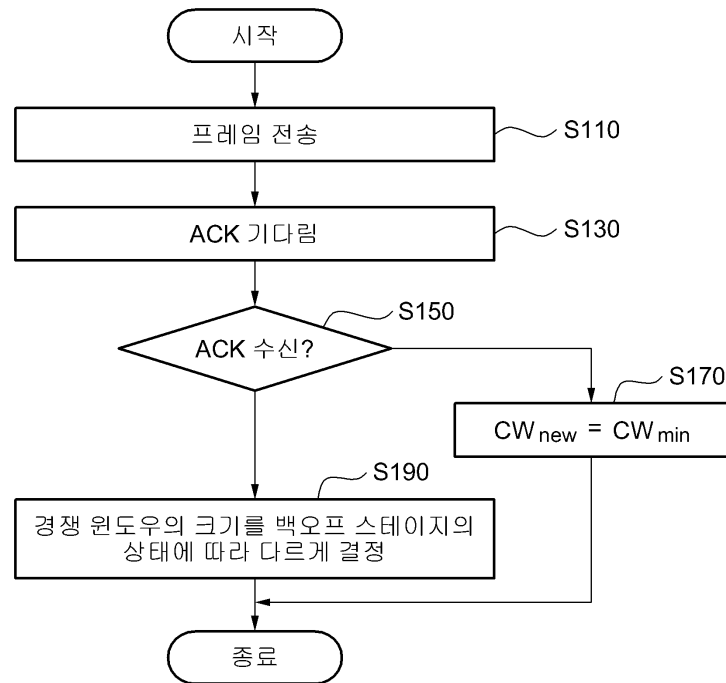
- [0050] 도 5는 기본접근방식의 전송에서 EPI 기법과 BEB 기법 간의 포화처리율을 비교하기 위해 도시된 그래프이다. 도 5를 참조하면, 초기 백오프 경쟁윈도우의 크기 W 값이 작을수록 EPI 백오프 기법의 성능이 BEB 기법보다 우수함을 알 수 있다. 특히, 초기 백오프 경쟁윈도우 크기 W 값이 8인 경우 스테이션 수 N 값이 20 또는 50일 경우, EPI 백오프 기법이 BEB 기법에 비해 10%이상 성능이 개선됨을 알 수 있다.
- [0051] 도 6은 RTS/CTS 방식의 전송에서 EPI 기법과 BEB 기법 간의 포화 처리율을 도시한 그래프이다. 도 6을 참조하면, 초기 백오프 경쟁 윈도우의 크기 W 값이 작을수록 EPI 기법의 성능이 BEB 기법보다 우수함을 알 수 있다.
- [0052] 도 7은 기본접근방식의 전송에서 EPI 기법과 BEB 기법 각각에서의 충돌 시간을 도시한 그래프이다. 도7을 참조하면, 기본 접근 방식 (Basic Access Mechanism)에서는, 스테이션의 수 N 값이 크고 초기 백오프 경쟁 윈도우의 크기 W 값이 작을수록 BEB 기법보다 EPI 백오프 기법의 성능이 우수함을 알 수 있다. 특히, 초기 백오프 경쟁윈도우 크기 W 값이 16이고 스테이션 수 N 값이 50일 경우에는 EPI 백오프 기법이 BEB 기법에 비해 50%이상의 성능 개선을 보인다.
- [0053] 도 8은 RTS/CTS 방식의 전송에서 EPI 백오프 기법과 BEB 기법 각각에서 충돌 시간을 도시한 그래프이다. 도 8을 참조하면, 스테이션 수 N 값이 크고 초기 백오프 경쟁 윈도우 값이 작을수록 EPI 백오프 기법의 성능이 BEB 기법보다 우수함을 알 수 있다.
- [0054] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0055] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

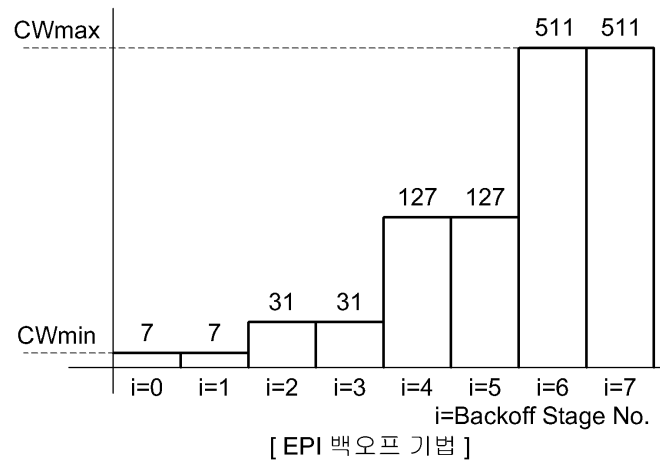
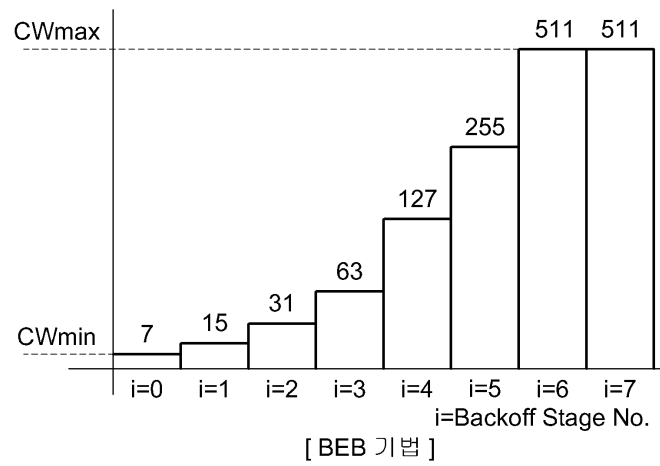
- [0056] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 EPI 백오프 기법을 설명하기 위해 제공되는 흐름도이다.
- [0057] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 EPI 기법과 BEB 기법에서의 경쟁 윈도우 증가 패턴을 도시한 도면이다.
- [0058] 도 3은 본 일실시예에 따른 EPI 기법을 2차원 마코프 체인(Markov Chain)으로 모델화한 도면이다.
- [0059] 도 4 내지 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 EPI 백오프 기법의 성능을 비교 분석한 시뮬레이션 결과를 도시한 그래프이다.

도면

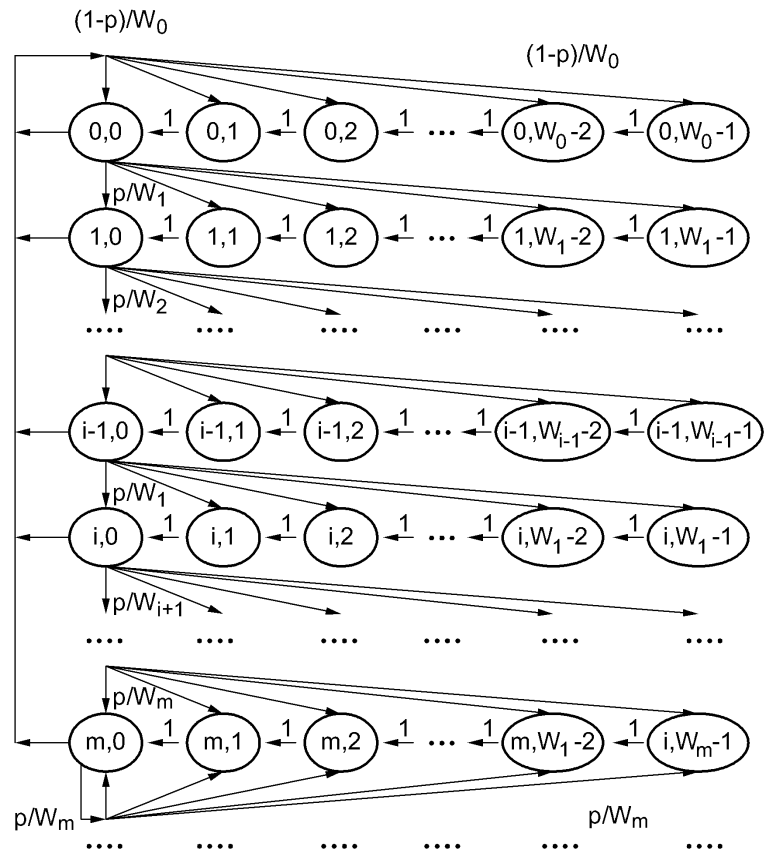
도면1



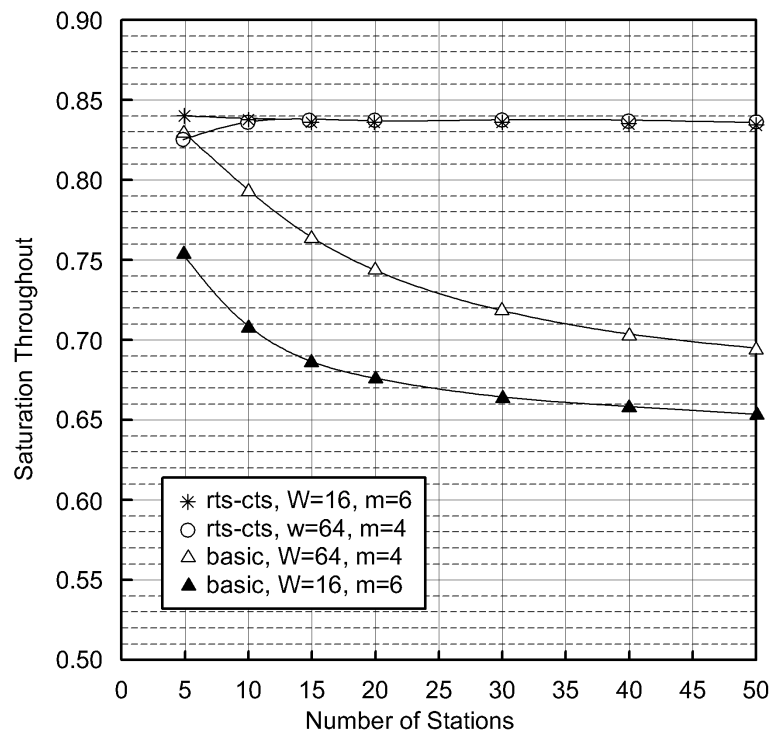
도면2



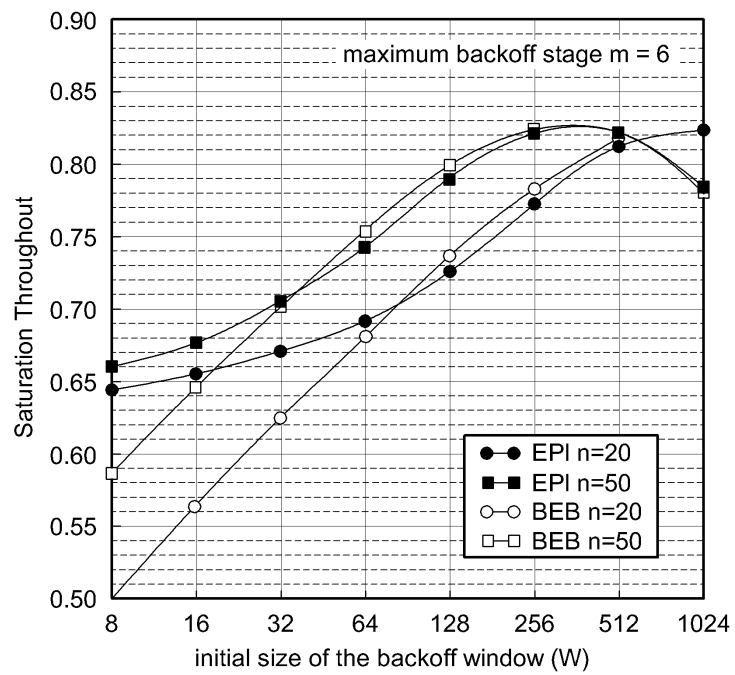
도면3



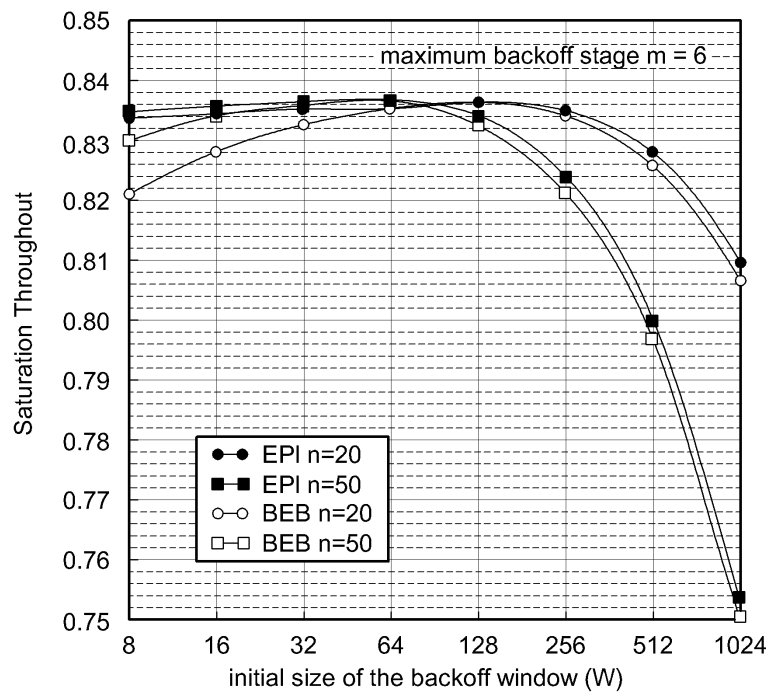
도면4



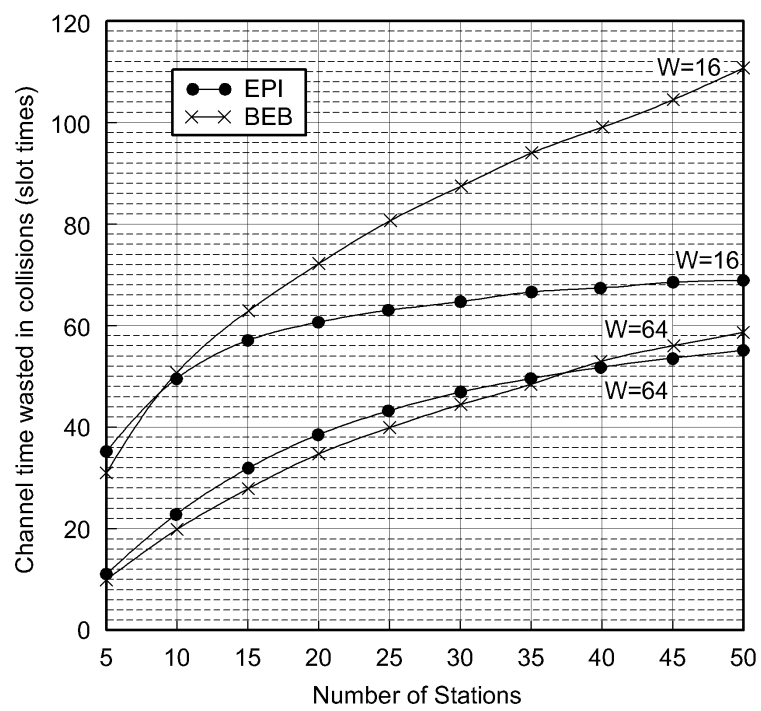
도면5



도면6



도면7



도면8

