

무선 CORBA에서 MS(Mobile-Static)구조의 근사 신뢰도계정

이 준 혁* · 오 영 환**

한국정보통신기술대학 정보통신설비과* · 광운대학교 전자통신공학과**

Approximate Reliability Evaluation for Mobile-Static Communication Scheme in Wireless CORBA

Jun-Hyuk Lee* · Young-hwan Oh**

Dept of Information & Communication, Korea Information & Communication Polytechnic College*

Dept of Electronics & Communications Engineering, Kwangwoon University**

Abstract

본 논문에서는 무선 CORBA에서 MS구조의 근사 신뢰도계정을 제안하였다. 기존의 정확한 계정 방법은 마코프모델을 적용하여 복잡도가 높은 반면, 제안하는 방법은 단말의 이동에 따른 핸드오프 이전의 정상상태와 핸드오프상태 중에서 시스템의 성능향상과 부품의 고장률이 향상된 것을 고려하여 핸드오프상태를 계정에서 제외하여 복잡도를 줄였다. 제안하는 근사 신뢰도계정이 정확한 신뢰도 계정과 비교한 결과 편차는 1/1000정도 이었다. 그러나 이 편차는 시스템의 동작시간이 길어질수록 점점 줄어드는 것으로 확인되었다.

Key words : CORBA, MS scheme, Reliability

1. 서 론

통신 네트워크 신뢰도에 대한 연구는 일반적으로 유선망(Wired Network)에 대한 영역이었다[1]~[5]. 유선망에서는 일반적으로 통신국과 통신국간 또는 단말(Terminal)과 단말간의 통신이 이루어 질 때 통신망의 성능지표(Performance)의 하나로 신뢰도를 이용하게 된다[6]. 최근, 무선통신 기술의 발전에 따라 많은 응용분야에서 무선통신망이

* 본 논문은 2007년도 광운대학교 연구년에 의해서 연구되었음

사용되고 있으며[7], 휴대인터넷 등의 사용자에게 유비쿼터스 환경을 제공함에 따라, 무선망(Wireless Network)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 무선망은 기존 유선망과는 달리 접속손실이나 전송전력, 지형, 간섭 등의 영향으로 인한 시스템의 고장이 나기 쉽다. 그러므로 무선망에서의 시스템 신뢰도 보장은 시스템 성능에 많은 영향을 미치고, 그에 따른 성능평가도 명확히 하여야 한다.

특히, 무선망은 유선망과 다르게 단말이 이동하므로 기존의 네트워크 신뢰도 평가방법을 더 이상 적용할 수가 없다. 즉, 단말의 이동성으로 인하여 두 단말간 통신을 구성하고 있는 구성품의 형태와 수량이 변화한다. 무선망의 접속과 단말의 이동성을 제공하기 위해 OMG(Object Management Group)그룹에서는 무선 CORBA의 규격을 발표하였다[8].

CORBA는 네트워크에서 분산프로그램 객체를 생성, 배포, 관리하기 위한 구조와 규격이며, 네트워크상의 서로 다른 장소에 있고 여러 벤더들에 의해 개발된 프로그램들이 인터페이스 브로커를 통해 통신 하도록 해준다. 무선 CORBA는 링크를 포함하여 4가지 주요 구성품으로 고정단말(SH ; Static Host), 이동단말(MH ; Mobile Host), SH와 MH간 데이터중계를 담당하는 AB(Access Bridge), MH의 위치를 관리, 제공하는 HLA(Home Location Agent)등이 있으며, 직접 통신을 수행하는 이동단말과 고정단말간의 구성형태에 따라 SS(Static-Static), MS(Mobile-Static), SM (Static-Mobile), MM(Mobile-Mobile) 통신 구조를 갖는다.

MS구조에서 MH의 이동에 따른 핸드오프(Hand Off)를 지원하므로 기존의 전통적인 신뢰도 계정방법을 사용할 수 없다. 따라서, 구성품 MH와 SH의 고장률뿐만 아니라, MH의 이동으로 인한 핸드 오프율(Handoff rate)과 핸드오프 완료율(Handoff completion rate)을 적용한 신뢰도계정이 제안되었다[9].

그러나 기존의 신뢰도계정은 정확한 계정인 반면, 시스템의 통신 상태를 정상상태와 핸드오프상태를 모두 고려하여 마코프모델을 적용하였기 때문에 계정방법이 복잡하다는 단점이 있다.

본 연구에서는 전자부품 기술의 발전과 단말기 등의 품질성능개선으로 고장률이 $10^{-6} \sim 10^{-9}$ 정도로 향상되었을 뿐만 아니라[10], 무선 환경에서의 통신보장을 위한 이동통신 기술의 발전과 네트워크 서비스 품질등급기준 강화에 따라[11], 전체 시스템의 성능이 향상되고 있는 것을 고려하여 근사 신뢰도계정을 제안하였다.

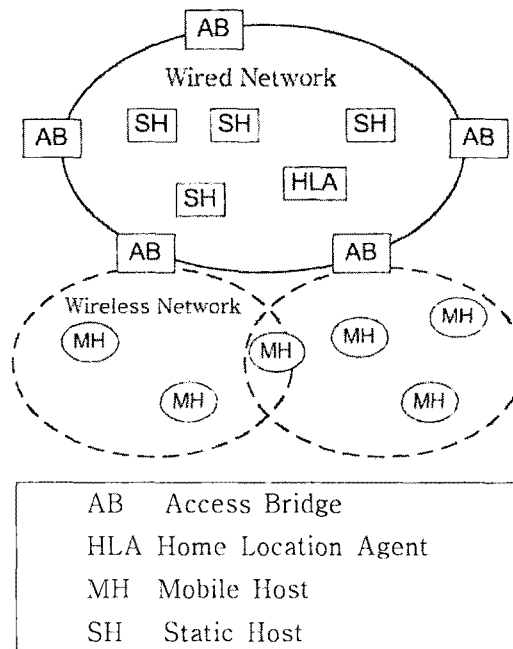
단말의 이동에 따른 핸드오프처리시의 통신 상태는 시스템의 안정된 동작과 성능향상으로 전체 신뢰도에 영향을 크게 미치지 않기 때문에 신뢰도계정에서 제외함으로써 복잡도를 절반으로 줄였고, 단말기 등의 구성품 또한 성능향상으로 낮은 고장률을 적용하였다.

2장에서는 MS 네트워크에 대한 모델과 정확한 신뢰도계정을 설명하였고, 3장에서는 근사 신뢰도계정을 제안하고 4장에서는 제안하는 계정과 기존의 방법을 비교 분석하고, 5장에서 결론 및 향후과제로 끝을 맺었다.

2. 네트워크 모델 및 해석

2.1 CORBA 기반 네트워크

CORBA기반의 무선 네트워크는 링크(Links)를 포함하여 4가지의 주요 구성 품으로 되어있으며, 주요 구성요소 및 구조는 그림 1과 같다.



<그림 1> CORBA 기반 네트워크

- 1) MH (Mobile Host) : 무선 인터페이스를 가진 이동단말로서, 무선 네트워크에서 로밍 (Roaming)간 네트워크의 연결을 유지한다.
- 2) SH (Static Host) : 일반적인 단말로서, 유선네트워크에 고정되어 있다.
- 3) AB (Access Bridge) : MH와 SH사이에 위치하며, MH의 메시지를 SH로 중계한다.
- 4) HLA (Home Location Agent) : 등록된 MH의 위치를 추적하고, MH의 위치문의에 대한 정보를 제공한다.

2.2 MS(Mobile-Static) 네트워크 모델

시스템의 신뢰도란 주어진 운용 조건하에서 의도하는 사용 기간 중에 의도한 목적에 만족스럽게 동작할 확률을 말한다. Two-terminal reliability는 송신지와 수신지간의 통신이 성공적으로 이루어질 확률을 말한다. 두 터미널 간에 통신이 이루어지기 위해서는 두 노드

간에는 최소한 두 노드를 연결시켜주는 경로가 존재하고 동작되어야 한다. 즉, 무선 CORBA에서는 유선 링크인 AB와 SH 또는 AB와 AB구간은 신뢰할 수 있고, 무선 링크인 AB와 MH간에는 MH의 핸드오프를 제외하고는 항상 오로지 하나의 링크만 존재할 수 있다. 그러므로 무선 CORBA에서의 성공적인 통신구성은 종단 간을 포함한 구성하고 있는 모든 노드들이 정상적으로 동작하는 상태를 말한다. 그래서 SS(SH-SH) 통신구조의 신뢰도는 각각 SH의 신뢰도를 곱하여 구할 수 있지만, 만약에 두 단말중 하나 또는 두개가 MH일 경우에는 기존의 Two-terminal reliability로서는 MH의 핸드오프에 대한 값을 정확하게 설명할 수 없다. MH는 이동하고, 핸드오프 동작으로 인하여 시간에 따라 통신구조는 다양한 형태로 변할 수 있다. MH의 위치정보는 항상 변화할 것이며, 현재의 위치를 확인하기 위한 메커니즘이 필요하게 된다.

본 논문에서는 통신망의 신뢰도를 계정하는데 있어서 일반적으로 채택되고 있는 다음 가정을 두기로 한다.

- 1) 시스템을 구성하고 있는 구성품 중 중간노드와 유선링크는 항상 높은 신뢰도를 갖는다.
- 2) 무선 링크에 대한 고장은 고려하지 않는다.
- 3) 무선 CORBA의 4가지 구성품은 통계적 독립(S-independently)으로 고장 확률을 갖는다.

2.3 MS(Mobile-Static) 모델해석

기호설명

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$	MH, AB, SH, HLA 고장률
η	Hand Off 완료율
v	위치 전송률
ρ	Hand Off율
$n_c(s)$	시스템 상태(s)에 포함된 구성품(c)의 수, $c \in \{mh, ab, sh, hla\}$
$n(s)$	$\sum_c n_c(s)$
n_c	구성품(c)의 수, $c \in \{mh, sh\}$
$ER_s(t)$	시스템 상태(s)의 end-to-end EIR, $s \in \{ss, ms, sm, mm\}$
$\pi_s(t)$	시스템이 s상태에 있을 확률
$R_s(t)$	시스템 상태(s)의 신뢰도, $s \in \{a, b, \dots, mh, ab, sh, hla\}$

MH의 이동과 핸드오프 동작으로 통신구조는 시간에 따라 변화하고, 각 통신구조에서는 서로 다른 형태와 수량이 직렬구조형태로 구성된다. 그에 따른 신뢰도를 end-to-end Expected Instantaneous Reliability(EIR), $ER(t)$ 라고 한다.

$$ER(t) = \sum_s \pi_s(t) \cdot R_s(t)$$

여기서,

$\pi_s(t)$ 는 시간 t 에서 시스템의 상태가 s 일 확률, $R_s(t)$ 는 s 상태의 신뢰도를 나타내며, 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$R_s(t) = \prod_{i=1}^{n(s)} R_i(t) = \prod_c [R_c(t)]^{n_c(s)}$$

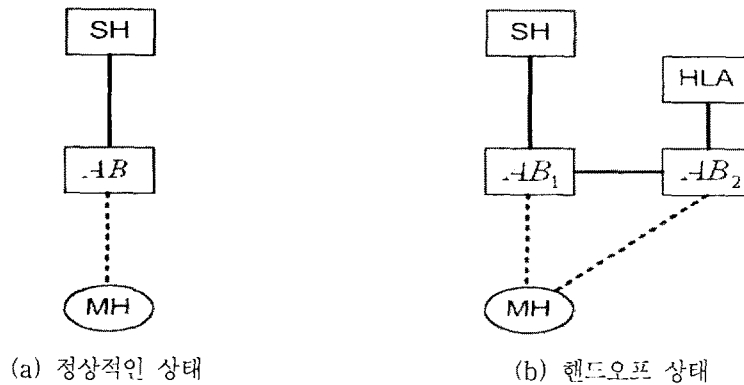
$n(s)$, $n_c(s)=2,3,\dots$ 은 시스템 s 상태에 포함되어 있는 구성품의 수이다.

$R_i(t)$ 는 i^{th} 번째 구성품의 신뢰도를 나타내고, c 는 구성품의 형태 즉, mh, ab, sh, hla를 말한다. $n_c(s)$, $n_c(s)=0,1,2,\dots$ 는 시스템 s 상태에서 포함되어 있는 구성품 c 의 수를 말한다.

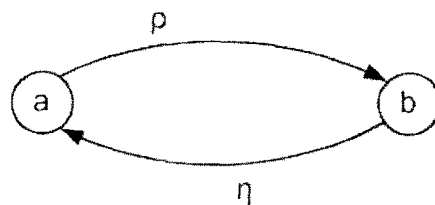
2.4 정확한 신뢰도 계정

MS구조에서 정확한 신뢰도 계정을 위해 기존 논문에서는 마코프모델을 이용하였다. MS구조는 두 가지의 통신 상태를 가진다. 그래서 핸드오프 이전의 상태를 a, 핸드오프과정의 상태를 b라고 하고, 핸드 오프율은 a에서 b로 바뀌었을 때, 핸드오프 완료율은 b에서 a로 바뀌었을 때를 의미한다.

그림 2의 MS 구조의 통신 상태를 마코프모델을 적용하면 그림 3과 같다.



<그림 2> MS 구조의 통신상태



η : Hand Off 완료율 ρ : Hand Off율

<그림 3> MS 구조의 Markov 모델

시간 t에서 a와 b상태에 있을 확률을 각각 다음과 같이 표현한다.

$$\pi_a(t) = \frac{\eta}{\rho + \eta} + \frac{\rho}{\rho + \eta} \cdot e^{-(\rho + \eta)t} \pi_b(t) = \frac{\rho}{\rho + \eta} - \frac{\rho}{\rho + \eta} \cdot e^{-(\rho + \eta)t}$$

$\pi_a(t)$: 핸드오프 이전상태

$\pi_b(t)$: 핸드오프상태

그래서 MS구조에서의 end-to-end EIR은 시스템이 $\pi_a(t)$, $\pi_b(t)$ 에 있을 확률과 각각의 상태에서 가지는 신뢰도를 곱하여 합한 값으로 나타내었다.

$$ER_{m.s}(t) = \pi_a(t) \cdot R_a(t) + \pi_b(t) \cdot R_b(t)$$

$R_a(t)$ 와 $R_b(t)$ 는 각각의 상태에서의 신뢰도이다.

$$R_a(t) = R_{SH} \cdot R_{AB} \cdot R_{MH} = e^{-\gamma t} \cdot e^{-\beta t} \cdot e^{-\alpha t} = e^{-(\alpha + \beta + \gamma)t}$$

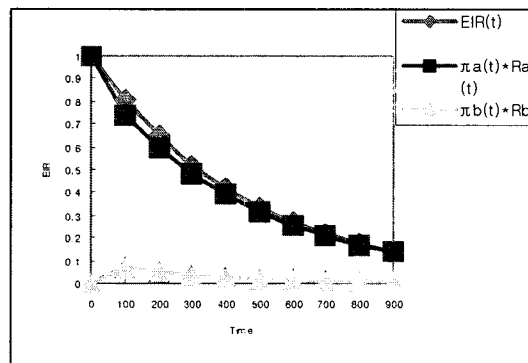
$$R_b(t) = R_{SH} \cdot R_{AB1} \cdot R_{AB2} \cdot R_{MH} = e^{-\gamma t} \cdot e^{-\beta t} \cdot e^{-\beta t} \cdot e^{-\alpha t} = e^{-(\alpha + 2\beta + \gamma)t}$$

R_{SH}, R_{AB}, R_{MH} 는 각각의 상태에 포함되어 있는 구성품의 신뢰도이다.

$$R_{SH} = e^{-\int_0^t \gamma dt} = e^{-\gamma t} \quad R_{AB} = e^{-\int_0^t \beta dt} = e^{-\beta t} \quad R_{MH} = e^{-\int_0^t \alpha dt} = e^{-\alpha t}$$

α, β, γ 는 구성품의 고장률을 나타낸다.

MS구조에서 핸드오프율과 핸드오프완료율, 각 구성품의 고장률을 이용하여 EIR값을 구하면 그림 4와 같다.



<그림 4> MS 구조의 신뢰도

3. 근사 신뢰도계정

본 연구에서는 기존의 정확한 신뢰도 계정에서 적용하고 있는 고장률과 핸드 오프율 및 핸드오프 완료율을 적용함에 있어, 최근 전자부품 기술의 발전과 단말기 등의 품질성능 개선으로 고장률이 $10^{-6} \sim 10^{-9}$ 정도로 향상되었을 뿐만 아니라, 무선 환경에서의 지속적이고 효과적인 통신보장을 제공하기 위한 이동통신 기술의 발전과 네트워크 서비스 품질등급기준 강화에 따라, 전체 시스템의 성능이 향상 되고 있음을 고려하였다.

그래서 MS 통신구조에서 단말의 이동에 따른 통신 상태인 정상상태와 핸드오프 상태에서 정상상태만 고려한다. 그리고 장비의 고장률을 향상된 값으로 적용한다.

기존의 신뢰도 계정인 $ER_{ms}(t) = \pi_a(t) \cdot R_u(t) + \pi_b(t) \cdot R_b(t)$ 에서 $\pi_a(t)$ 값을 1, $\pi_b(t) = 0$ 으로 두었다. $\pi_b(t)$ 가 0이라는 것은 시스템의 핸드오프처리 동작 상태를 무시할 정도로 시스템의 핸드오프성능이 우수함을 고려한 것이다.

따라서 전체 시스템은 항상 핸드오프 이전상태를 유지하고 있음을 의미한다.

$$\pi_a(t) = \frac{\eta}{\rho + \eta} + \frac{\rho}{\rho + \eta} \cdot e^{-(\rho + \eta)t} = 1$$

$$\pi_b(t) = \frac{\rho}{\rho + \eta} - \frac{\rho}{\rho + \eta} \cdot e^{-(\rho + \eta)t} = 0$$

제안하는 근사 신뢰도는 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$ER_{ms}(t) = R_u(t)$$

즉, MS구조에서의 근사 신뢰도는 정상상태와 핸드오프 상태의 두 가지 상태 중에서 정상상태만 고려하여, 정상상태 일 때 포함되어있는 구성품의 신뢰도와 같다는 것을 의미한다.

4. 근사 신뢰도계정 분석

제안하는 근사 신뢰도계정 분석을 위해 다음과 같은 값을 적용하였다.

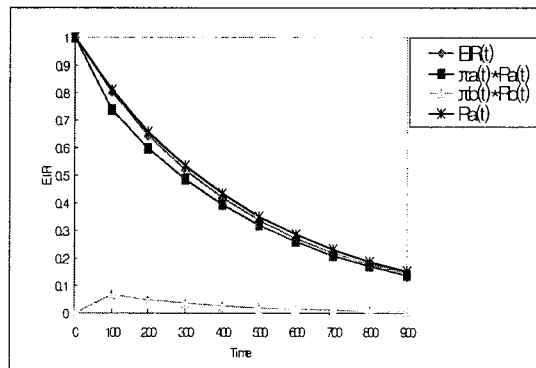
4.1 고장률 고정, 핸드 오프율 및 핸드오프 완료율 변화 (A)

<표 1> 핸드 오프율 및 핸드오프 완료율 변화 적용값 (A)

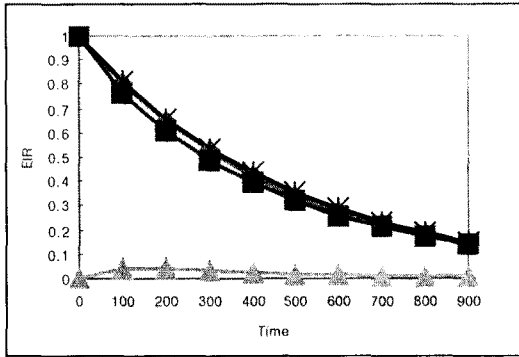
구 분		핸드 오프율 및 핸드오프 완료율 변화 (A)			
		I	II	III	IV
고장률	γ	10^{-4}			
	α	10^{-3}			
	β	10^{-3}			
핸드 오프율	ρ	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
핸드오프 완료율	η	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}

<표 2> 핸드오프율 및 핸드오프 완료율 변화에 따른 신뢰도 비교분석

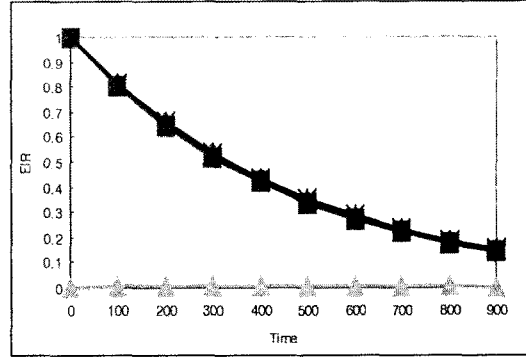
구 분	A-기준값		A-I		A-II		A-III		A-IV	
	기준식	제안식	기준식	제안식	기준식	제안식	기준식	제안식	기준식	제안식
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
100	0.8036	0.8106	0.8059	0.8106	0.8099	0.8106	0.8106	0.8106	0.8106	0.8106
200	0.6462	0.6570	0.6474	0.6570	0.6549	0.6570	0.6568	0.6570	0.6570	0.6570
300	0.5200	0.5326	0.5205	0.5326	0.5291	0.5326	0.5322	0.5326	0.5326	0.5326
400	0.4188	0.4317	0.4189	0.4317	0.4271	0.4317	0.4312	0.4317	0.4317	0.4317
500	0.3374	0.3499	0.3375	0.3499	0.3446	0.3499	0.3493	0.3499	0.3499	0.3499
600	0.2720	0.2837	0.2720	0.2837	0.2780	0.2837	0.2829	0.2837	0.2836	0.2837
700	0.2194	0.2299	0.2194	0.2299	0.2243	0.2299	0.2291	0.2299	0.2298	0.2299
800	0.1770	0.1864	0.1770	0.1864	0.1809	0.1864	0.1856	0.1864	0.1863	0.1864
900	0.1429	0.1511	0.1429	0.1511	0.1460	0.1511	0.1503	0.1511	0.1510	0.1511



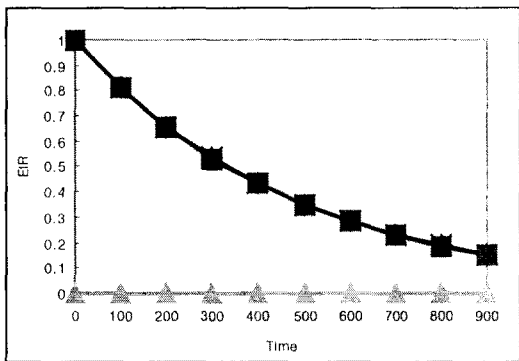
<그림 5> 신뢰도 비교분석 (A-기준값)



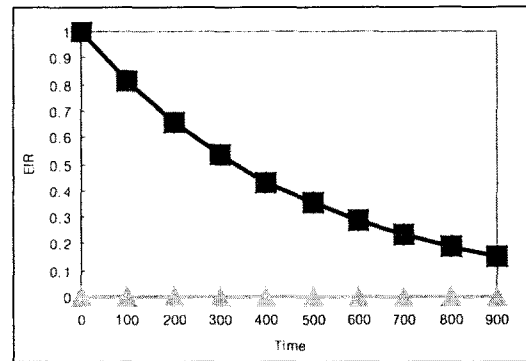
<그림 6> 신뢰도 비교분석 (A-I)



<그림 7> 신뢰도 비교분석 (A-II)



<그림 8> 신뢰도 비교분석 (A-III)



<그림 9> 신뢰도 비교분석 (A-IV)

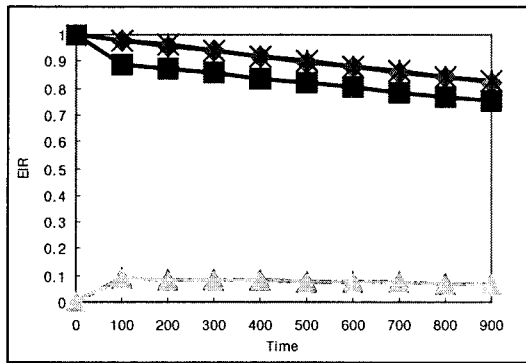
4.2 핸드 오프율과 핸드오프 완료율을 고정, 고장률 변화 (B)

<표 3> 고장률 변화 적용 값 (B)

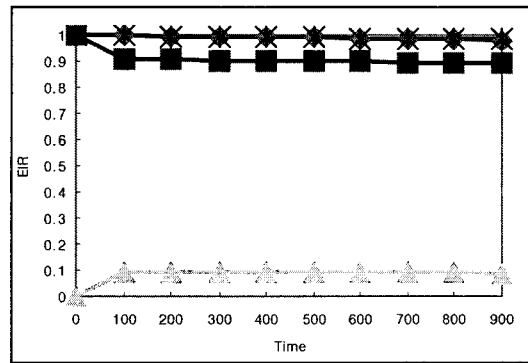
구 분		고장률 변화 (B)			
		I	II	III	IV
고장률	γ	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
	α	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
	β	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
핸드 오프율	ρ	10^{-2}			
핸드오프 완료율	η	10^{-1}			

<표 4> 고장률 변화에 따른 신뢰도 비교분석

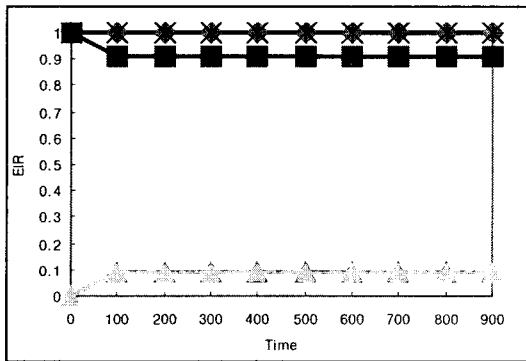
구 분	B-I		B-II		B-III		B-IV	
	기존식	제안식	기존식	제안식	기존식	제안식	기존식	제안식
0	1	1	1	1	1	1	1	1
100	0.9783	0.9792	0.9978	0.9979	0.9998	0.9998	1	1
200	0.9571	0.9589	0.9956	0.9958	0.9996	0.9996	1	1
300	0.9364	0.9389	0.9934	0.9937	0.9993	0.9994	0.9999	0.9999
400	0.9162	0.9194	0.9913	0.9916	0.9991	0.9992	0.9999	0.9999
500	0.8963	0.9003	0.9891	0.9896	0.9989	0.9990	0.9999	0.9999
600	0.8769	0.8816	0.9869	0.9875	0.9987	0.9987	0.9999	0.9999
700	0.8580	0.8633	0.9848	0.9854	0.9985	0.9985	0.9999	0.9999
800	0.8394	0.8454	0.9826	0.9833	0.9982	0.9983	0.9998	0.9998
900	0.8213	0.8278	0.9805	0.9813	0.9980	0.9981	0.9998	0.9998



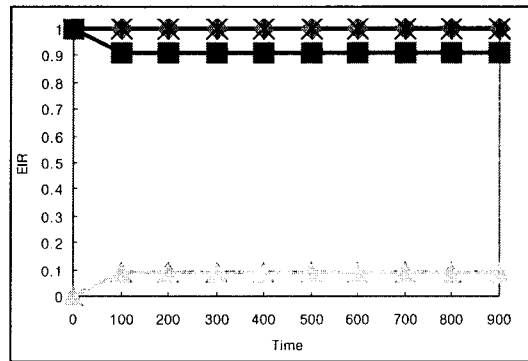
<그림 10> 신뢰도 비교분석 (B-I)



<그림 11> 신뢰도 비교분석 (B-II)



<그림 12> 신뢰도 비교분석 (B-III)



<그림 13> 신뢰도 비교분석 (B-IV)

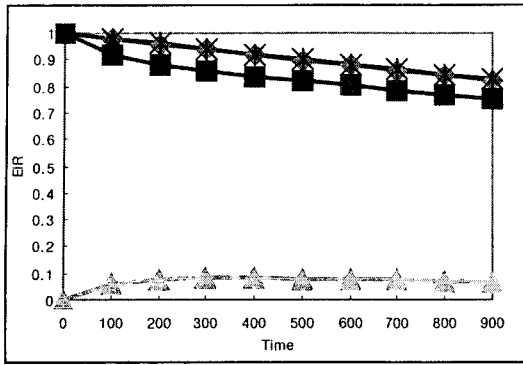
4.3 고장률 및 핸드 오프율과 핸드오프 완료율 변화 (C)

<표 5> 고장률 및 핸드 오프율과 핸드오프 완료율 변화 적용 값 (C)

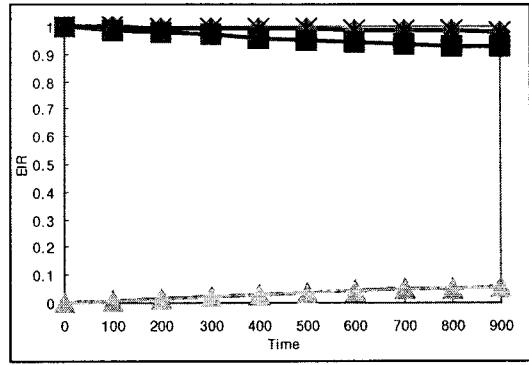
구 분		고장률, 핸드 오프율 및 핸드오프 완료율 변화 (C)			
		I	II	III	IV
고장률	γ	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
	α	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
	β	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
핸드 오프율	ρ	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
핸드오프 완료율	η	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}

<표 6> 고장률 및 핸드 오프율과 핸드오프 완료율 변화에 따른 신뢰도 비교분석

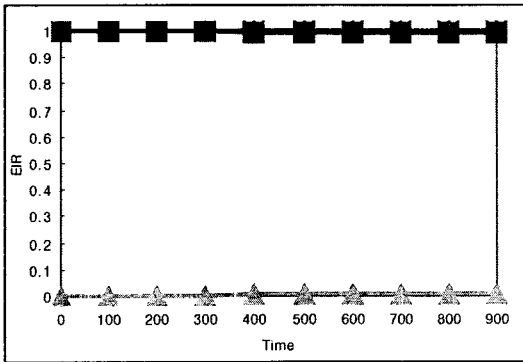
구 분	C-I		C-II		C-III		C-IV	
	기존식	제안식	기존식	제안식	기존식	제안식	기존식	제안식
0	1	1	1	1	1	1	1	1
100	0.9786	0.9792	0.9979	0.9979	0.9998	0.9998	1	1
200	0.9673	0.9589	0.9958	0.9958	0.9996	0.9996	1	1
300	0.9365	0.9389	0.9936	0.9937	0.9994	0.9994	0.9999	0.9999
400	0.9162	0.9194	0.9915	0.9916	0.9992	0.9992	0.9999	0.9999
500	0.8963	0.9003	0.9894	0.9896	0.9990	0.9990	0.9999	0.9999
600	0.8770	0.8816	0.9872	0.9875	0.9987	0.9987	0.9999	0.9999
700	0.8580	0.8633	0.9851	0.9854	0.9985	0.9985	0.9999	0.9999
800	0.8394	0.8454	0.9829	0.9833	0.9983	0.9983	0.9998	0.9998
900	0.8213	0.8278	0.9808	0.9813	0.9981	0.9981	0.9998	0.9998



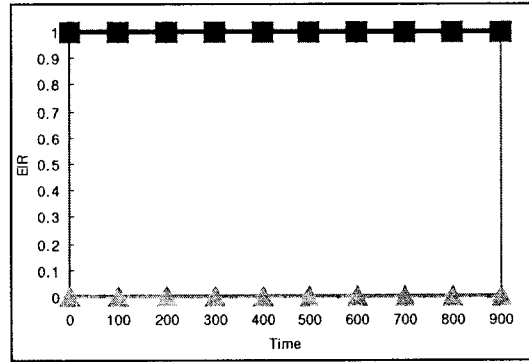
<그림 14> 신뢰도 비교분석 (C-I)



<그림 15> 신뢰도 비교분석 (C-II)



<그림 16> 신뢰도 비교분석 (C-III)



<그림 17> 신뢰도 비교분석 (C-IV)

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 무선 CORBA에서 MS(Mobile-Static)구조의 근사 신뢰도계정을 제안하였다. MS통신구조에 MH의 이동에 따른 핸드오프(Hand Off)를 지원하므로 기존의 전통적인 신뢰도 계정부법을 사용할 수 가 없다.

제안된 MS구조의 근사 신뢰도계정은 구성품의 MH와 SH의 고장률과, MH의 이동으로 인한 핸드 오프율(Handoff rate)과 핸드오프 완료율(Handoff completion rate)에 대하여 마코프모델(Markov Model)을 적용하였다.

그러나 최근 전자부품 기술의 발전과 단말기 등의 품질성능 개선으로 고장률이 $10^{-6} \sim 10^{-9}$ 정도로 향상되었을 뿐만 아니라, 그 값은 점점 더 개선되어 지고 있다. 또한, 무선 환경에서의 지속적이고 효과적인 통신보장을 제공하기 위한 이동통신 기술의 발전과 네트워크 서비스 품질등급기준 강화에 따라, 전체 시스템의 성능이 향상 되고 있다.

본 연구에서는 MS구조에서 단말의 이동에 따른 핸드오프처리시의 통신 상태는 시스템의 안정된 동작과 성능향상으로 전체 신뢰도에 영향을 크게 미치지 않는다는 것과 단말기 등의

구성품 또한 성능향상과 낮은 고장률로 전체 신뢰도에는 영향을 미치지 않는 것을 고려하여 근사 신뢰도계정을 제안하였다.

기존의 정확한 신뢰도계정과 제안하는 근사 신뢰도계정을 비교한 결과 신뢰도는 1/1000의 편차가 있었다. 그러나 이 값은 시스템의 동작시간이 길어질수록 점점 줄어드는 것으로 확인되었다. 향후과제로는 제안하는 식을 SM 및 MM 통신구조에 적용하여 그에 대한 신뢰도 연구가 필요하다고 본다.

참고문헌

- [1] K. K. Aggarwal, J. S. Gupta, and K. B. Misra, "A simple method for reliability evaluation of a communication system," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 23, no. 5, pp. 563 - 566, May 1975.
- [2] W. J. Ke and S.-D. Wang, "Reliability evaluation for distributed computing networks with imperfect nodes," *IEEE Trans. Rel.*, vol. 46, no. 3, pp. 342 - 349, Sept. 1997.
- [3] P. Kubat, "Estimation of reliability for communication/computer networks simulation/analytic approach," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 37, no. 9, pp. 927 - 933, Sept. 1989.
- [4] S. M. Lee and D. H. Park, "An efficient method for evaluating network reliability with variable link capacities," *IEEE Trans. Rel.*, vol. 50, no. 4, pp. 374 - 451, Dec. 2001.
- [5] J. Shaio, "A family of algorithms for network reliability problems," in *Proc. of 2002 IEEE Int. Conf. Communications*, vol. 4, New York, Apr. 2002, pp. 2167 - 2173.
- [6] 이준혁, 김경목, 오영환, "RBN과 MANET에서의 터미널간 신뢰도 평가", *한국신뢰성학회지*, 신뢰성 응용연구 제6권, 제2호, pp. 187-194, 2006
- [7] R. B. Marks, I. C. Gifford, and B. O'Hara, "Standards in IEEE 802 unleash the wireless Internet," *IEEE Microwave Magazine*, vol. 2, no. 20, pp. 46 - 56, June 2001.
- [8] *Wireless Access and Terminal Mobility in CORBA*, Object Management Group Std. 1.1, Apr. 2004.
- [9] X. Chen and M. R. Lyu, "Reliability Analysis for Various Communication Scheme in wireless CORBA" *IEEE Trans. Rel.*, Vol. 54, no. 2 June 2005
- [10] Fabien Houéto and Aamuel Pierre, "Reliability and Cost Evaluation of Thrid-Generation Wireless Access Network Topologies: A Case Study", *IEEE Trans. Rel.*, vol. 51, no.2, June 2002 EPCglobal, 23 Feb 2003
- [11] "BcN품질관리센터구축및운영계획", 한국전산원, 2005