

재해복구시스템 통합 서버 이중화 테스트를 통한 서비스 전환 자동화 구현

민영기
(주)이글루코퍼레이션 수석부장

Realization of Service Conversion Automation through Disaster Recovery System integrated Server Redundancy Test

Young-Gee Min
Principal Manager, IGLOO Co., Ltd.

요약 최근, 정보화 사업이 확산됨에 따라 정보 시스템을 기반으로 다양한 공공 서비스가 수행되고 있다. 이러한 정보 시스템 기반의 공공 행정 서비스는 내부 업무 및 대외 서비스 등을 제공하고 있다. 최근에는 클라우드 기반의 공공 서비스 구축이 확장되면서 정보 시스템의 고도화가 관심을 받고 있다. 특히, 업무의 정보시스템 의존도가 증가하면서 정보 시스템의 중단 및 마비 등의 위험한 사태를 사전에 방지하기 위한 대응 체계 구축이 기업 뿐만 아니라 공공 기관에서도 화두가 되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 재해복구시스템의 서비스 전환 자동화를 통해 복구시간 단축 및 시스템 운영의 효율성을 극대화하기 위한 재해복구시스템을 설계, 구축하였다. 논문에서 제안한 방식에 의해 설계, 구축된 재해복구시스템을 적용하여 통합 DR서버 이중화 테스트, 웹서버 이중화 테스트, FC-IP 이중화 테스트 및 SAN 스위치 이중화 테스트를 각각 수행하였다.

주제어 : 재해복구시스템, 이중화 테스트, 서비스 전환, 통합 DR서버, 웹서버, SAN 스위치.

Abstract Recently, various public services are being performed based on information systems as the informatization business spreads. Public administration services based on these information systems provide internal and external services. In recent years, as the construction of cloud-based public services has been expanded, the advancement of information systems has attracted attention. In particular, as the dependence on information systems increases, the establishment of a response system to prevent dangerous situations such as interruption and paralysis of information systems in advance has become a hot topic not only in companies but also in public institutions. Therefore, in this paper, a disaster recovery system was designed and built to maximize the efficiency of system operation and shorten recovery time through service conversion automation of the disaster recovery system. The integrated DR server redundancy test, web server redundancy test, FC-IP redundancy test, and SAN switch redundancy test were performed respectively by applying the disaster recovery system designed and built according to the method proposed in the paper.

Key Words : Disaster recovery system, Redundancy test, Service conversion, Integrated DR service, Web server, SAN switch.

*Corresponding Author : Young-Gee Min(jerom72@naver.com)

Received August 10, 2023

Revised August 23, 2023

Accepted September 21, 2023

Published September 30, 2023

1. 서론

최근 들어, 공공 서비스는 IT 시스템을 기반으로 다양한 업무를 수행하고 있다. 예를 들어, 주민등록 등본, 초본, 학력증명서, 성적증명서 등에 이르기까지, 원하는 곳에서 IT 시스템을 이용한 공공 서비스가 가능한 상황이다. IT 시스템은 신속성, 정확성, 편리성 등을 기반으로 일상적인 삶을 눈부시게 발전시키고 있으며 가치를 부여한 모든 형태의 정보들은 Data란 이름으로 디지털화되어 일상 생활 전반에 걸쳐 도움을 주고 있는 실정이다[1,2].

이러한 정보 시스템의 활용으로 현대 사회에서 공공 기관 및 기업 등은 시스템 경고 및 위기로부터 자유로울 수는 없다. 정보 시스템의 경고 및 위기 상황이 발생하면 기본적인 피해가 생기기 때문에 피해를 최소화하거나 사전에 방지할 수 있는 대응 체계를 마련해야 한다.

또한, 이러한 정보화 사업의 확대에 의해 공공 기관 및 기업들이 다수의 정보 시스템을 보유하고 있으며, 정보 시스템을 활용한 내부 업무 서비스 및 대외서비스를 지속하고 있다[3,4]. 지속적으로 정보시스템이 확장되고 업무의 의존도가 높아지는 현 상황에서 정보시스템이 중단되는 일이 발생한다면, 기관 전체의 업무가 마비될 수 있는 위험을 안고 있다[5].

결과적으로 정보 시스템의 경고 및 위기 상황에서 피해를 최소화하고, 중단없이 서비스를 제공하여 정보 시스템 이용에 대한 신뢰성을 극대화시키는 것이 중요하다[6][7]. 이를 위해, 대국민 공공 서비스의 경우, 웹 서비스 확산에 따라 대외 서비스의 연속성을 확보할 필요가 있다. 또한, 삼성 SDS 과천 데이터 센터 화재, 시티은행 냉각기 동파 등 주 전산 센터 장애가 지속적으로 발생하고 있음을 주의해야 한다. 따라서, 5분 미만의 비동기식 데이터 복제 기술, 원거리 데이터 압축 전송 기술, 원격지 자동 재해복구시스템 구동 기술 등 다양한 최신 IT 기술의 적용이 필요하다[8-10].

중단 없는 정보시스템을 위한 재해복구시스템은 선택이 아니라 필수 사항으로 자리매김하고 있다. 전자정부법 56조 2(정보 시스템 장애 예방/대응 등)에 의거 행정기관의 장은 해당 기관의 정보 시스템을 안정적으로 운영해야 한다. 또한, 자치단체 정보 시스템 장애 예방 및 대응 지침 18조에 따라 재해복구시스템을 구축, 운영해야 한다[11,12].

공공 기관 행정 업무의 정보화가 가속화됨에 따라 정

보 서비스 중단에 따른 업무상의 손실 규모 또한 증가하고 있다. 이처럼 정보 서비스 중단은 중요 업무에 부정적 영향을 끼쳐 대국민 서비스 불편을 넘어 금전적 손실을 초래할 수 있고, 국민의 건강, 안전 등과 관련된 각종의 위험을 초래할 수 있다[13-15]. 이러한 이유들로 인하여 중단 없는 정보시스템 지속 운영을 위해 다양한 기술과 전략을 개발, 적용하여 상시적으로 위기관리를 수행하고 있다.

따라서, 본 논문에서는 재해복구시스템의 서비스 전환 자동화를 통해 복구시간 단축 및 시스템 운영의 효율성을 극대화하기 위한 재해복구시스템을 설계, 구축하였다. 논문에서 제안한 방식에 의해 설계, 구축된 재해복구시스템을 적용하여 통합 DR서버 이중화 테스트, 웹서버 이중화 테스트, FC-IP 이중화 테스트 및 SAN 스위치 이중화 테스트를 각각 수행하였다.

2. 시스템 설계

국내의 경우, 자치단체 정보시스템 장애 예방 및 대응 지침 제18조에 따라 업무 담당자는 대규모 장애 및 재해-재난 발생 시 서비스의 신속한 복구를 위해 재해복구 시스템을 구축·운영하여야 한다. 또한, 전자정부법 제 56조의 2(정보시스템 장애 예방·대응 등)에 의거 행정기관의 장은 해당 기관 및 그 소속 기관의 정보시스템을 안정적으로 운영·관리하기 위하여 정보시스템 장애 예방 및 대응을 위한 방안을 마련하여야 한다[14,15].

따라서, 본 논문에서는 재해복구시스템의 서비스 전환 자동화를 통해 복구시간 단축 및 시스템 운영의 효율성을 극대화하기 위한 재해복구시스템 구축 방안을 설계하였다. 즉, 서버, 스토리지, 네트워크 장비 등 재해복구시스템 구축을 위한 인프라(H/W) 도입 및 스토리지 간 데이터 동기화를 수행하기 위한 시스템 구축을 설계하였다.

이를 위해, 정보시스템의 상호운용성과 호환성을 위하여 주 센터 시스템과 호환 가능한 서버, 네트워크, 스토리지 장비로 구성하고 시스템 소프트웨어는 동일 버전으로 설치 할 수 있는 환경을 구성하였다. 또한, 스토리지 간 동기화 기능을 활용, 주 센터 시스템 운영 환경의 변경사항이 재해복구시스템에 반영되어 재해 시 주 센터 시스템과 동일한 환경으로 가동 될 수 있도록 H/W를 구성하였으며, 재해 발생 시 원격지 데이터를 이용하여 행정정보시스템을 복구할 수 있도록 재해복구

시스템을 설계하였다. Fig. 1은 논문에서 제안한 방식에 의한 시스템 설계도를 나타낸 것이다.

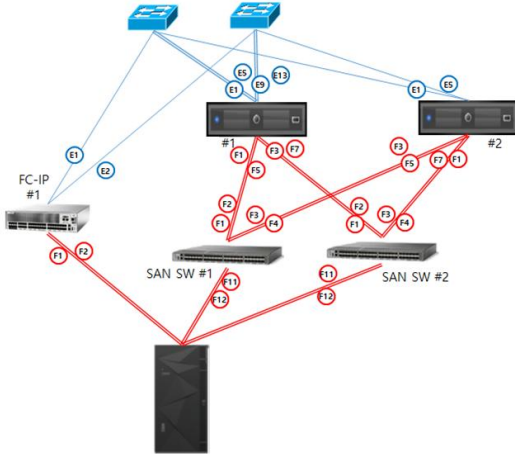


Fig. 1. System diagram

3. 시뮬레이션 및 분석

본 논문에서는 재해복구시스템의 서비스 전환 자동화를 통해 복구시간 단축 및 시스템 운영의 효율성을 극대화하기 위한 재해복구시스템을 설계, 구축하였다. 논문에서 제안한 방식에 의해 설계, 구축된 재해복구시스템을 적용하여 통합 DR서버 이중화 테스트, 웹서버 이중화 테스트, FC-IP 이중화 테스트 및 SAN 스위치 이중화 테스트를 각각 수행하였다.

먼저, 통합 DR서버 이중화 테스트는 통합 DR서버 네트워크 및 HBA 포트 장애 발생시, 이중화 구성을 통한 자동 절체 후 서비스 가용성이 유지되는 정도를 분석하였다.

- 1) 통합 DR서버 네트워크(UTP) 이중화 확인
- 2) 통합 DR서버 HBA(SAN) 이중화 확인

테스트 방법으로는 통합 DR서버 서비스 네트워크 2회선 중 임의의 포트를 제거하는 방법과 통합 DR서버 HBA 2회선 중 임의의 FC 케이블을 제거하는 방법을 적용하였다. 통합 DR서버 서비스 네트워크 2회선 중 임의의 포트를 제거하는 방법은 네트워크 회선 절체 후 네트워크 서비스의 정상 여부를 확인하는 것으로 수행하였으며, 통합 DR서버 HBA 2회선 중 임의의 FC 케이블을 제거하는 방법은 FC 케이블 절체 후 Volum 마운트

의 정상 여부를 확인하는 것으로 수행하였다. 통합 DR서버 이중화 테스트를 위한 구성 내역은 다음과 같다.

통합 DR서버 #1, 2 1) 네트워크 회선 2중화(통합 DR서버 #1은 Lpar 구성으로 공통 AP1과 DB1에 대해 각각 별도의 물리적 2회선) 2) FC(HBA) 회선 2중화 웹서버 1) 네트워크 회선 2중화 SAN 스위치 1) 장비 2중화 FC-IP 1) 네트워크 회선 2중화(각 회선별 별도의 IP필딩으로 IP7기반 Active-Active) 2) FC(HBA) 회선 2중화

FC(HBA) 단일 포트 장애에 대한 시뮬레이션은 순차적 단일 포트 절체 후 서버 콘솔에서 각 서버의 Volume 마운트 상태를 확인하는 것으로 수행하였다. 또한, 각 서버에서 Volume 정상 마운트를 모니터링하고 테스트 결과를 분석하였다.

네트워크 단일 포트 장애 시뮬레이션에서는 모든 단일 포트에 동일한 환경과 결과값을 제공하고, 단일 포트를 순차적으로 제거한 후 연동 정상 수행을 확인하였다.

또한, FC(HBA) 단일 포트 장애 시뮬레이션에서는 공통 AP1 서비스에 해당하는 단일 포트를 제거한 후 Volume 마운트의 상태를 확인하였다. 단일(F1) 포트 절체 및 Volume 마운트 확인 과정에서는 F1 포트(fscsi0-path0,1) 단절 확인 및 hdisk2~19 Volume 마운트 정상 확인을 수행하였다.

단일(F3) 포트 절체 및 Volume 마운트 확인 과정에서는 F3 포트(fscsi2-path2,3) 단절 확인 및 hdisk2~19 Volume 마운트 정상 확인을 수행하였다. Fig. 2는 F1 포트 단절을 확인하고 단일(F3) 포트를 통한 Volume 마운트 상태가 정상임을 확인한 결과를 나타낸 것이다.

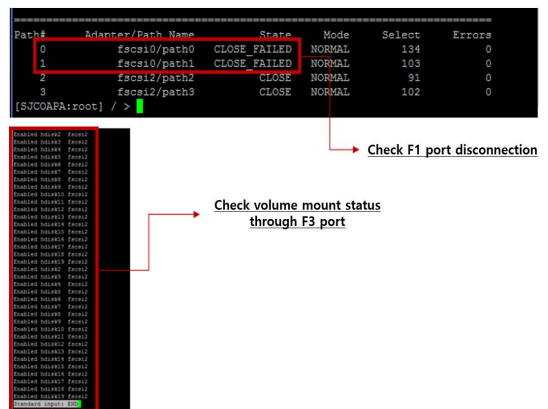


Fig. 2. Alternate single(F3) port and check volume mount status

또한, 단일(F5, 공통 DB1 서비스) 포트 제거 시물레이션에서는 단일(F5) 포트 절체 및 Volume 마운트 확인 과정에서는 F5 포트(fscsi0-path0,1) 단절 확인 및 hdisk4~47 Volume 마운트 정상 확인을 수행하였다. Fig. 3은 F3 포트 단절을 확인하고 단일(F5) 포트를 통한 Volume 마운트 상태가 정상임을 확인한 결과를 나타낸 것이다.

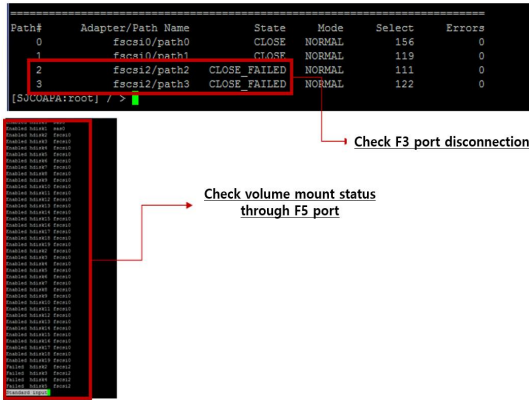


Fig. 3. Alternate single(F5) port and check volume mount status

마지막으로, 단일(F7) 포트 절체 및 Volume 마운트 확인 과정에서는 F7 포트(fscsi2-path2,3) 단절 확인 및 hdisk4~47 Volume 마운트 정상 확인을 수행하였다. Fig. 4는 F5 포트 단절을 확인하고 단일(F7) 포트를 통한 Volume 마운트 상태가 정상임을 확인한 결과를 나타낸 것이다.

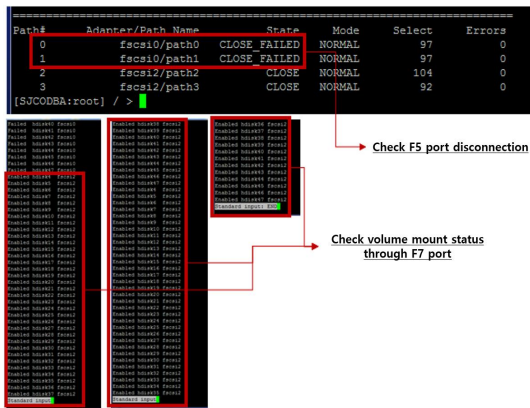


Fig. 4. Alternate single(F7) port and check volume mount status

둘째로, 웹서버 이중화 테스트에서는 순차적 단일 포트 절체 후 서버 콘솔에서 웹 서버 콘솔 기반의 GW IP와의 ICMP 테스트를 수행하였다. 또한, 각 서버에서 GW IP 정상 Failover 모니터링을 수행하였는데, 이는, GW 정상 절체 여부 모니터링(해당 Port Down 확인) 방법을 통해 진행하였다.

네트워크 단일 포트 장애 시물레이션에서는 단일(E1, 웹서비스) 포트 절체 및 연동 정상 수행을 확인하는 방법을 진행하였다. 즉, 단일(E1) 포트 Down 확인 및 외부망 GW_IP와의 ICMP 테스트 정상 확인하는 과정을 수행하였다. 또한, 단일(E3, 웹서비스) 포트 절체 및 연동 정상 수행 확인 과정에서는 단일(E3) 포트 Down 확인 및 외부망 GW_IP와의 ICMP 테스트 정상 확인하는 과정을 수행하였다. 그림 5는 웹서버 테스트 상태 확인을 위한 화면을 나타낸 것이다.

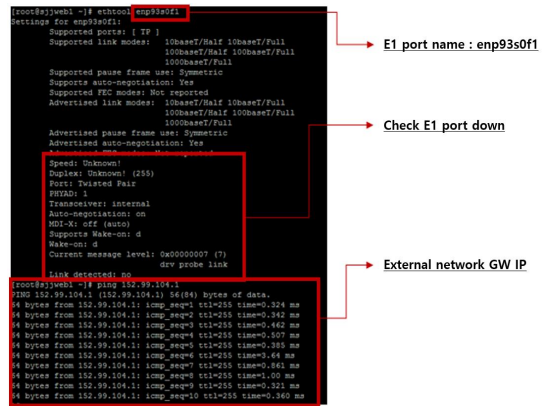


Fig. 5. Web server test status check screen

셋째로, FC-IP 이중화 테스트에서는 순차적 단일 포트 절체 후 서버 콘솔에서 FC-IP와 서비스 트렁크 상태를 점검하는 방법으로 네트워크 단일 포트 장애 시물레이션을 수행하였다.

단일(E1, 데이터 동기화) 포트 절체 및 트렁크 상태 점검을 통한 네트워크 단일 포트 장애 시물레이션에서는 단일(E1) 포트 절체 및 FC-IP 연동 정상 수행을 확인하기 위해 E1 포트 Down 확인 및 FC-IP와 트렁크 상태 확인 등의 방법을 수행하였다. Fig. 6은 단일(E1) 포트 절체 및 FC-IP 연동 정상 수행을 확인하기 위한 포트 장애 시물레이션 결과 화면을 나타낸 것이다.

```

Tun prof IPS-if peer-ip Status T N T Enc Comp Bandwidth rtt
E A A max/min (us)
11 11 IPS1/1 10.159.1.61 DOWN N N N N A 30M/28M 1000
12 12 IPS1/1 10.159.1.61 DOWN N N N N A 30M/28M 1000
21 21 IPS1/2 10.159.1.62 TRNK Y N N N A 30M/28M 1000
22 22 IPS1/2 10.159.1.62 TRNK Y N N N A 30M/28M 1000

SEJONG-DR-FCIP# ah ivr zoneset active
zoneset name IVR_ZONE
zone name IVR_ZONE1
 * pwn 50:05:07:63:09:13:d2:44 vsan 14 autonomous-fabric-id 1
 * pwn 50:05:07:63:0b:13:c6:47 vsan 11 autonomous-fabric-id 1
zone name IVR_ZONE2
 * pwn 50:05:07:63:09:18:d2:44 vsan 24 autonomous-fabric-id 1
 * pwn 50:05:07:63:0b:18:c6:47 vsan 21 autonomous-fabric-id 1
    
```

Fig. 6. Port failure simulation screen

또한, 순차적 단일 포트 절체 후 서버 콘솔에서 서비스 Path Zone 상태를 확인하는 방법으로 FC(HBA) 단일 포트 장애 시뮬레이션을 수행하였다.

```

zoneset name IVR_ZONE
zone name IVR_ZONE1
 * pwn 50:05:07:63:09:13:d2:44 vsan 14 autonomous-fabric-id 1
 * pwn 50:05:07:63:0b:13:c6:47 vsan 11 autonomous-fabric-id 1
zone name IVR_ZONE2
 * pwn 50:05:07:63:09:18:d2:44 vsan 24 autonomous-fabric-id 1
 * pwn 50:05:07:63:0b:18:c6:47 vsan 21 autonomous-fabric-id 1

SEJONG-DR-FCIP# ah fcip summary
FC-IP device IP
E2 port down & E1 port trunk status

Tun prof IPS-if peer-ip Status T N T Enc Comp Bandwidth rtt
E A A max/min (us)
11 11 IPS1/1 10.159.1.61 TRNK Y N N N A 30M/28M 1000
12 12 IPS1/1 10.159.1.61 TRNK Y N N N A 30M/28M 1000
21 21 IPS1/2 10.159.1.62 DOWN N N N N A 30M/28M 1000
22 22 IPS1/2 10.159.1.62 DOWN N N N N A 30M/28M 1000
    
```

Fig. 7. Service path zone status check screen

FC(HBA) 단일 포트 장애 시뮬레이션에서는 단일(F1, 데이터 동기화 서비스) 포트 제거 후 절체 확인 및 Zone 상태를 확인하는 방법으로 수행하였다. 이때, F1 포트는 ZONE1, F2 포트는 ZONE2로 설정하고, 단일(F1) 포트 절체 및 재해복구 스토리지와 Zone 상태를 확인하였다. 즉, 포트 Down 상태를 확인하고, 재해복구 스토리지와 Zone 상태를 확인하는 방법으로 수행하였다.

```

zoneset name IVR_ZONE
zone name IVR_ZONE1
 * pwn 50:05:07:63:09:13:d2:44 vsan 14 autonomous-fabric-id 1
 * pwn 50:05:07:63:0b:13:c6:47 vsan 11 autonomous-fabric-id 1
zone name IVR_ZONE2
 * pwn 50:05:07:63:09:18:d2:44 vsan 24 autonomous-fabric-id 1
 * pwn 50:05:07:63:0b:18:c6:47 vsan 21 autonomous-fabric-id 1

Check F1 port down
Check zone status through F2 port

zoneset name IVR_ZONE
zone name IVR_ZONE1
 * pwn 50:05:07:63:09:13:d2:44 vsan 14 autonomous-fabric-id 1
 * pwn 50:05:07:63:0b:13:c6:47 vsan 11 autonomous-fabric-id 1
zone name IVR_ZONE2
 * pwn 50:05:07:63:09:18:d2:44 vsan 24 autonomous-fabric-id 1
 * pwn 50:05:07:63:0b:18:c6:47 vsan 21 autonomous-fabric-id 1

Check zone status through F1 port
Check F2 port down
    
```

Fig. 8. DR storage and zone status check screen

마지막으로, SAN 스위치 이중화 테스트에서는 장비 전원 off 후 서버 콘솔에서 기동중인 다른 SAN 스위치 장비의 Path Zone 상태를 확인하는 방법으로 장비 장애 시뮬레이션을 수행하였다.

장비 장애 시뮬레이션은 SAN 스위치 #1의 전원 off 후 SAN 스위치 #2 Zone 상태의 정상 여부를 확인하는 방법으로 수행하였다. 즉, 각 서버에 대한 WWPN 정보를 확인하여 장비 장애를 시뮬레이션하였다.

```

zoneset name @30msecr SAN vsan 1
zone name DS G1 AP1 F1 Storage A0 B0 P11 12 vsan 1
 * fcid 0xb10100 [pwn 10:00:00:10:9b:43:a1:64]
 * fcid 0xb10400 [pwn 50:05:07:63:09:13:d2:44]
 * fcid 0xb10500 [pwn 50:05:07:63:09:18:d2:44]
zone name DS G1 DBA1 P2 Storage A0 B0 P11 12 vsan 1
 * fcid 0xb10000 [pwn 0:00:00:00:00:00:00:00]
 * fcid 0xb10400 [pwn 50:05:07:63:09:13:d2:44]
 * fcid 0xb10500 [pwn 50:05:07:63:09:18:d2:44]
zone name DS G2 AP1 F3 Storage A0 B0 P11 12 vsan 1
 * fcid 0xb10201 [pwn 0:05:07:61:0a:d9:d0:0a]
 * fcid 0xb10400 [pwn 50:05:07:63:09:13:d2:44]
 * fcid 0xb10500 [pwn 50:05:07:63:09:18:d2:44]
zone name DS G2 DBA1 P4 Storage A0 B0 P11 12 vsan 1
 * fcid 0xb10300 [pwn 0:05:07:61:0a:d9:d0:0a]
 * fcid 0xb10400 [pwn 50:05:07:63:09:13:d2:44]
 * fcid 0xb10500 [pwn 50:05:07:63:09:18:d2:44]
zone name DS G1 AP1 F1 Storage A0 B0 P11 12 vsan 1
 * fcid 0xb10100 [pwn 10:00:00:10:9b:43:a1:64]
 * fcid 0xb10400 [pwn 50:05:07:63:09:13:d2:44]
 * fcid 0xb10500 [pwn 50:05:07:63:09:18:d2:44]
zone name DS G1 DBA1 F2 Storage A0 B0 P11 12 vsan 1
 * fcid 0xb10000 [pwn 10:00:00:10:9b:43:a1:64]
 * fcid 0xb10400 [pwn 50:05:07:63:09:13:d2:44]
 * fcid 0xb10500 [pwn 50:05:07:63:09:18:d2:44]
zone name DS G2 AP1 F3 Storage A0 B0 P11 12 vsan 1
 * fcid 0xb10201 [pwn 0:05:07:61:0a:d9:d0:0a]
 * fcid 0xb10400 [pwn 50:05:07:63:09:13:d2:44]
 * fcid 0xb10500 [pwn 50:05:07:63:09:18:d2:44]
zone name DS G2 DBA1 P4 Storage A0 B0 P11 12 vsan 1
 * fcid 0xb10301 [pwn 0:05:07:61:0a:d9:d0:0a]
 * fcid 0xb10400 [pwn 50:05:07:63:09:13:d2:44]
 * fcid 0xb10500 [pwn 50:05:07:63:09:18:d2:44]
    
```

Fig. 9. WWPN information confirmation screen for each server

4. 결론

본 논문에서는 재해복구시스템의 서비스 전환 자동화를 통해 복구시간 단축 및 시스템 운영의 효율성을 극대화하기 위한 재해복구시스템을 설계, 구축하였다. 논문에서 제안한 방식에 의해 설계, 구축된 재해복구시스템을 적용하여 통합 DR서버 이중화 테스트, 웹서버 이중화 테스트, FC-IP 이중화 테스트 및 SAN 스위치 이중화 테스트를 각각 수행하였고, 이중화 구성을 통한 자동 절체 후 서비스 가용성이 유지되는 정도를 분석하였다.

이중화 테스트는 장애 상황에 따라 진행되는 과정을 분석하였으며, 원본 장애, 백업 장애, DR 센터 장애 및 주 센터 장애 상황에 따라 테스트를 수행하였다.

백업 장애의 경우, 주센터 1차백업 스토리지 장애 발생시 주센터 원본 스토리지와 DR 센터 2차 백업 스토리지간의 증분 재동기화를 자동으로 수행하여 복구를 진행하였다. 또한, 원본 장애의 경우, 기본 1차 백업 스토리지를 계속 원본 스토리지로 사용하고 복구된 원본 스

토리지를 1차 백업 스토리지로 역할을 전환하여 복구하도록 하였다.

DR 센터 장애의 경우, 복구시 먼저 주센터 1차 백업 스토리지 증분 재동기화 작업을 진행하고 기존과 동일하게 비동기 복제를 수행하였다. 이때 모든 과정은 글로벌 미러에서 동기화 명령어를 실행한 후 자동화하였다. 마지막으로, 주센터 장애의 경우, DR 센터 2차 백업 스토리지에서 복구된 주센터 원본 스토리지로 증분 재동기화 또는 Local 복제 진행 후 DR 센터 서비스 다운 및 1차 백업 스토리지와 동기 복제, 2차 백업 스토리지와 비동기 복제를 수행하도록 하였다.

이러한 이중화 테스트를 통해 재해복구시스템 및 주센터 데이터와 스토리지 장애 발생에 대한 복구 방안을 제시할 수 있다.

REFERENCES

- [1] J. H. Kim, D. K. Seo & K. H. Lee. (2014). On the A study for improving database recovery ratio of Disaster Recovery System in financial industry. *Journal of the Korea Institute of Information Security and Cryptology*, 24(4), 655-667. DOI : 10.3969/j.issn.1006-5342.2001.02.002
- [2] H. J. Yoon, J. S. Kim, J. J. Park & T. W. Chang. (2015). Development of Electronic Documents and Management System for Transfer of Disaster Damage and Recovery Information. *The Journal of Society for e-Business Studies*, 20(2), 15-26. DOI : 10.7838/JSEBS.2015.20.2.015
- [3] D. G. Yang & K. Y. Kim. (2016). Disaster Recovery Priority Decision for Credit Bureau Business Information System: Fuzzy-TOPSIS Approach. *Management and Information Systems Review*, 35(3), 173-193. DOI : 10.29214/DAMIS.2016.35.3.010
- [4] J. H. Park, G. Y. Kim, J. S. Kim & J. C. Ryou. (2021). RUser-Centric Disaster Recovery System Based on Proxy Re-Encryption Using Blockchain and Distributed Storage. *Journal of the Korea Institute of Information Security and Cryptology*, 31(6), 1157-1169. DOI : 10.13089/JKIISC.2021.31.6.1157
- [5] G. Y. Dong, sheng Wang & Chuanyi Liu. (2014). DR-cloud: Multi-cloud based disaster recovery service. *Tsinghua Science and Technology*, 19(1), 13-23. DOI : 10.1109/TST.2014.6733204
- [6] Obour Agyekum, K. O. B., Xia, Q., Sifah, E. B., Gao, J., Xia, H., Du, X., & Guizani, M. (2019). A secured proxy-based data sharing module in IoT environments using blockchain. *Sensors*, 19(5), 1235. DOI : 10.3390/s19051235
- [7] C. U. Lee & S. J. Lee. (2022). Experiment on countermeasures against cyber security vulnerabilities using redundancy of ISO 19847 Shipboard Data Server. *Journal of Korea Multimedia Society*, 25(6), 793-806. DOI : 10.9717/KMMS.2022.25.6.793
- [8] Y. S. Han (2013). A Study on the Curriculum Design Engine Using a SES/DEVS. *Journal of Engineering Education Research*, 16(5), 18-23. DOI : 10.18108/JEER.2013.16.5.18
- [9] M. J. Blas, H. Leone & S. Gonnet. (2022). DEVS-Based Formalism for the Modeling of Routing Processes. *Software and Systems Modeling*, 21, 1179-1208. DOI : 10.1007/s10270-021-00928-4
- [10] Y. Han. (2020). Effectiveness Analysis of Programming Education for College of Education Student Based on Information Processing Theory Applied DEVS Methodology. *Journal of Korea Multimedia Society*, 23(9), 1191-1200. DOI : 10.9717/KMMS.2020.23.9.1191
- [11] Y. J. Kim, J. Y. Yang, Y. M. Kim, J. Lee & C. Choi. (2016). Modeling Behavior of Mobile Application Using Discrete Event System Formalism. In: *Proceeding of the 2016 Asian Simulation Conference*, 40-48. DOI : 10.1007/978-981-10-2158-9_4
- [12] M. J. Blas, S. Gonnet & H. Leone.(2017). Modeling user temporal behaviors using hybrid simulation models. *IEEE Lat. Am. Trans.* 15, 341-348. DOI : 10.1109/TLA.2017.7854631
- [13] Y. G. Min & E. G. Kim (2023). Study on IaaS-based Cloud Architecture Infrastructure Configuration. *The Journal of Innovation Industry Technology*, 1(1), 1-8. DOI : 10.60032/JIIT.2023.1.1.1
- [14] K. E. Bae & C. K. Suh. (2022). The Effect of Smart Work and Cloud Computing Fit on Intention to use Cloud Computing Based on TAM-TTF Model. *The Journal of Information Systems*, 31(2), 63-88. DOI : 10.5859/KAIS.2022.31.2.63
- [15] S. M. Jeong, K. H. Yeom & J. S. Park. (2023). Learning Features Model to Support AI based Cloud Instance Migration. *The Journal of Korean Institute of Next Generation Computing*, 19(1),

20-29.

DOI : 10.23019/KINGPC.19.1.202302.002

민 영 기(Young-Gee Min)

[정회원]



- 2010년 2월 : 한밭대학교 컴퓨터 공학과(공학석사)
- 2023년 8월 : 한밭대학교 정보통신공학과(공학박사)
- 2023년 7월 ~ 현재 : ㈜이글루코 퍼레이션 수석부장

- 관심분야 : 정보보안, 개인정보보호, 보안플랫폼
- E-Mail : jerom72@naver.com