
8.2MHz 대역 미약 전계강도 무선기기의 출력기준에 관한 연구

김선엽* · 나유찬*

A Study on the Technical Regulation of Weak Electric Filed Strength Radio Equipment
about 8.2Hz Frequency Band

Sun-Youb Kim* · Yoo-Chan Ra*

이 논문은 2008학년도 남서울대학교 학술연구비 지원에 의해 수행된 연구임

요 약

본 논문에서는 8.2MHz 대역의 국내 미약 전계 강도 무선기기의 출력 제한치를 다른 외국의 기준치와 비교하였다. 이를 통해 국내의 규정이 미국이나 유럽에 비해 낮음을 대략 10-20dB 정도 낮음을 확인하였고, 이를 검증하기 위해 8.2MHz EAS 시스템의 출력을 측정하였다. 측정 결과, 전계 강도값이 각각 70.6dB μ V/m와 68.3dB μ V/m로 측정되었는데, 이러한 값은 국내의 현재 기준인 59.8dB μ V/m를 초과하는 값을 확인하였다. 따라서 8.2MHz 대역의 국내기준의 사항 검토가 필요하다 사료된다.

ABSTRACT

This paper compared the output limit value of the Korean weak electric field strength wireless device in the 8.2MHz band with the standard values of foreign countries. Through this, the study confirmed that the Korean regulation was lower by about 10-20dB than those of the USA or Europe. In order to prove this, the study measured outputs by entrusting the 8.2MHz EAS system to two measuring companies. As a result of these measurements, electric field strengths were shown to be 70.6dB μ V/m and 68.3dB μ V/m respectively, and these values were confirmed to exceed the current Korean standard of 59.8dB μ V/m. Accordingly, it is deemed necessary to review the specifications of the Korean standard in the 8.2MHz band.

키워드

8.2MHz, 미약전력, 전계, 자계

Key word

8.2MHz, extremely, electric field, low power, magnetic field

I. 서 론

정보화 사회의 성장 동력으로서 유한자원으로 사용의 제한을 받고 있는 주파수의 효율적 사용의 중요성이 증대하고 있으며, 전파사용이 종래에는 통신, 방송 등의 고유한 업무영역에 한정되었지만 정보화 사회의 도래와 함께 국민생활의 모든 영역으로 확산되고 있다. 이러한 전파 이용 시스템들 중 현저하게 미약한 전파를 사용하여 일상생활에서 좁은 범위를 영역으로 하는 미약 전계 강도 무선기기에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 무선설비는 유비쿼터스 환경 실현에 매우 중요한 역할을 수행할 것으로 전망되고 있으며, 앞으로 그 사용 범위가 다양하게 증가될 것으로 예상된다.[1][2]

이러한 미약 전계 강도 무선기기 중 8.2MHz 대역을 사용하는 기기에는 할인매장, 일반상점 등에서 태그나 라벨을 상품에 부착하여 정상적으로 판매절차를 거치지 않은 상품이 출입구를 통과하면 경보가 발생하는 상품도난 방지 시스템이 있다.

EAS(Electronic Article Surveillance)라고 하는 상품도난 방지시스템의 송, 수신용 안테나는 많은 사람들이 상품을 휴대하고 왕래하는 출입구에 설치되는 특성상 충분한 통신거리를 확보하여야 한다. 그러나 이러한 주파수 대역에 관한 우리나라의 기술기준은 유럽, 미국 등의 해외 기술 기준과 비교할 때, 출력기준이 너무 낮아 통신 거리에 문제가 되고 있다.

따라서 본 논문에서는 8.2MHz 대역에 대한 방송통신위원회 고시의 출력 규정과 외국의 규정과 비교·분석 및 실제기기에 대한 측정을 통해 8.2MHz 대역의 출력 규정의 비현실적인 문제점을 지적하고 개선 방향을 제안한다.

II. 8.2MHz 대역에 대한 국내·외 출력 규정

2-1. 미약 전계 강도 무선기기의 정의

미약 전계 강도 무선기기는 국가별로 규정하고 있는 해당 주파수 대역에서 기술기준을 만족한다면 용도에 관계없이 사용할 수 있는 무선 설비를 말한다.

일반적으로 사용되는 출력은 전계 강도 기준치의 상한 값을 규정하여 사용하고 있다. 소출력 무선기기보다는 훨씬 적은 출력을 사용하고 있어, 소출력 무선기기와는 별도의 개념의 무선설비라 정의할 수 있으며, 여타 무선국의 혼신에 대한 보호는 전혀 받을 수 없다는 특징도 지니고 있으며 전계 강도 기준치가 작아 서비스 지역 반경은 사용한 주파수 대역이나 수신기의 특성에 따라 달라지지만 통상적으로 20~30m 이내이다.[1]

2-2. 미국의 기술 기준

미국의 경우 미약무선국의 기술기준으로 FCC part 15.209의 기술기준을 준수해야 의도적인 방사체로부터의 전계강도가 표 1과 같이 주파수별로 규정되어 있다. 8.2MHz의 경우, 전계강도는 1.705~30MHz의 대역에서 $30\mu\text{V}/\text{m}$ 를 따른다.[3]

표 1. 미국의 Part 15.209의 기준치
Table 1. Technical regulation of Part 15.209 in U.S.A

Frequency (MHz)	전계강도 ($\mu\text{V}/\text{m}$)	측정거리 (m)
0.009-0.490	2400/F(kHz)	300
0.490-1.705	24000/F(kHz)	30
1.705-30.0	30	30
30-88	100	3
88-216	150	3
216-960	200	3
Above 960	500	3

2-3. 유럽의 기술 기준

8.2MHz 대역인 저주파의 경우 CEPT ERC REC.70-30과 ETSI EN300 330 (9kHz~25MHz)에 의해서 기술기준, 시험방법, 일반조건, 송 수신기 요구조건 등이 규정되어 있다. [4][5]

표 2. 유럽의 SRD에 대한 기술 기준
Table 2. Technical regulation for SRD in European

	Frequency band	Power/Magnetic Field
a	6785 ~ 6795 kHz	42dB μ A/m @ 10m
b	13.553 ~ 13.567MHz	42dB μ A/m @ 10m
c	26.957 ~ 27.283MHz	42dB μ A/m
d	40.66 ~ 40.700MHz	10mW ERP
e	138.2 ~ 138.45MHz	10mW ERP

2-4. 일본의 기술 기준

일본의 주파수 할당 및 관련규제는 총무성 총리대신이 고시하는 전파법시행규칙 및 무선설비 규칙에 의하여 각종 주파수의 할당이 이루어지며 기술기준과 관련된 사항은 사단법인 전파산업회(ARIB)에서 제정된다. 전파법 시행규칙 제6조 제1항 제 1호에서는 미약 전계강도 무선기기의 전계강도 기준치를 고시하고 있는데, 8.2MHz 대역에 대한 기술 기준은 표 3의 규정과 같다.[6]

표 3. 일본의 미약 전계 강도 기준치
Table 3. Technical regulation for extremely low power devices in Japan

주파수	전계강도 기준치
322 MHz 미만	500 μ V/m 이하 (15 MHz 이하에서는 측정값에 $6\pi/\lambda$ 를 곱하여 적용한다. 이 경우 λ 는 측정주파수의 파장임)

2-5. 국내의 기술 기준

국내의 8.2MHz 대역에 대한 미약 전계강도 무선기기의 기술기준에 대하여는 무선설비규칙(방통위고시 제2009-13호) 제97조 제1호에 규정되어 있는데, 이 규정은 표 3의 일본의 규정과 동일한 규정이다.[7]

III. 각국 기술기준의 비교

전 절에서 살펴본 바와 같이 대부분의 국가에서 출력 기준이 전계강도나 전력으로 되어있고, 한국의 현행 전

파관리법규의 규정 또한 전계강도와 전력으로 규정되어 있다.[11]

그러므로 한국에서 사용하려는 소출력 무선설비는 출력 값을 전계강도로 표시하여 한국의 기준에 적합함을 인증을 받아야 한국에서 사용을 할 수 있다. 그러나 8.2MHz 대역의 주파수를 사용하는 무선기기들의 경우에는 코일에서 방사되는 자계강도를 이용하는데, 이러한 자계강도는 원거리장에서 측정하기 어렵기 때문에 근거리장에서 측정한 후, 이를 전계강도로 변환하여 표시하고 있다.

3-1. 안테나로부터 발생되는 장(field)의 구분

안테나로부터 방사되는 전자파가 이루는 장은 신호원과의 상대적 위치에 따라 그림 1과 같이 근거리 장과 원거리 장으로 분류할 수 있다.

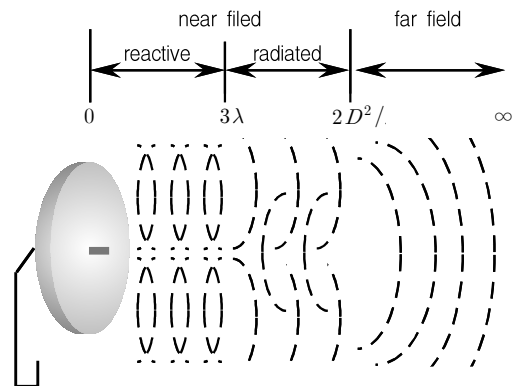


그림 1. 근거리장과 원거리장
Fig. 1 near field and far field

근거리 장이란 신호원과 전자파 흡수체간의 거리가 $2D^2/\lambda$ 보다 짧은 경우를 말하며 원거리장이란 거리가 $2D^2/\lambda$ 보다 긴 경우를 말하며, 근거리 장과 원거리 장에서 파동임피던스의 변화는 그림 2에 나타내었다.

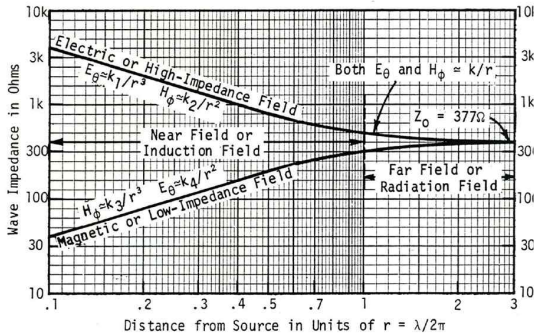


그림 2. 거리에 따른 파동임피던스의 변화
Fig. 2 Variation of wave impedance with distance

일반적으로 원거리 장에서는 전계와 자계는 사이에 식 (1)과 같은 관계가 있다.

$$E = Z_0 H \tag{1}$$

여기서, E 는 전계, H 는 자계 그리고 Z_0 는 자유공간의 파동임피던스이다. 원거리장에서 전자파는 평면파에 근접하며 이 경우 전자파는 곡률을 잃어 전계와 자계를 포함하는 구면이 하나의 평면을 이루게 되며 파동임피던스 Z_0 는 그림 2과 같이 377Ω으로 일정한 값을 갖는다.[8]

그러나 8.2MHz 대역의 무선기기의 경우 전계크기 측정에는 루프 안테나를 이용하는데, 이는 전계크기를 측정하는 것이 아니라 자계크기 H 를 측정하므로 측정된 자계크기 H 에 자유공간의 파동 임피던스 Z_0 을 곱해서 전계크기를 구해야 한다. 식(1)은 원거리영역에서만 성립하므로, 주파수가 낮아 파장이 긴 경우나, 전자계 크기 측정거리가 짧은 경우에는 보상을 한다. 이 때, 복사원이 미소다이폴 또는 미소루프인 경우에 따라 다른데, 8.2MHz 대역의 경우는 미소 루프이므로 근거리장의 미소루프 파동 임피던스는 식(2)와 같다.

$$\left| \frac{E}{H} \right| = Z_0(\beta r) \tag{2}$$

여기서,

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda}$$

λ : 측정전자파의 파장

r : 신호원과 측정지점까지 거리

식(2)에 의해서 무선설비에서 사용하는 주파수가 낮아지는 만큼 파동 임피던스는 Z_0 보다 작게 되어 루프안테나를 이용한 전계크기 측정치 E_0 는 실제의 전계크기보다 높게 표시된다. 이러한 측정의 경우에는 복사 전계크기보다 큰 전계크기를 복사하는 것으로 판정할 수 있으므로 식(2)를 이용한 보상방법으로 식(3)과 같은 실제 복사 전계크기를 구할 수 있다.

$$E = Z_0 H(\beta r) = E_0 \frac{2\pi}{\lambda} r \tag{3}$$

3-2. 각국 출력 규정 계산

가. 미국규정의 계산

미국 FCC는 신고없이 이용하는 무선설비의 전계크기 기준을 용도와 상관없이 47CFR Part 15.209에서 규정하고 있는데 이는 앞의 표 1에 보였다.

8.2MHz는 FCC의 47CFR Part 15.209의 1.705~30(MHz) 대역에 포함되고 이 주파수대역에서 전계강도의 기준치는 30μV/m이다. 이 경우, 기준 측정거리는 30m인데 이 거리를 확보하여 전자파 무반사실에서의 측정이 불가능하므로 47CFR Part 15.31 (2)의 규정에서는 측정거리에 대한 환산 규정을 다음과 같이 규정하고 있다.[9]

<47CFR Part 15.31 (d)-2>

(2) At frequencies below 30 MHz, measurements may be performed at a distance closer than that specified in the regulations; however, an attempt should be made to avoid making measurements in the near field.

Pending the development of an appropriate measurement procedure for measurements performed below 30 MHz, when performing measurements at a closer distance than specified, the results shall be extrapolated to the specified distance by either making measurements at a minimum of two distances on at least one radial to determine the proper extrapolation factor or by using the square of an inverse linear distance extrapolation factor (40 dB/decade).

이에 따라 8.2MHz에 대한 미국의 출력기준을 계산하면 다음과 같이 계산된다.

8.2MHz 대역은 유도성 루프안테나를 사용하므로 상기 보상규정 중 40log/decade를 이용하여 보상을 실시한다. 그러므로 8.2MHz 대역에 대한 미국의 출력기준은 $29.5dB\mu V/m + 40\log(30/3) = 79.5dB\mu V/m$ 이다.

나. 유럽규정의 계산

저주파의 근거리장에서 사용하는 유도성 루프시스템은 원거리장 라디에이터와 다른 RF 특성을 가지며, 근거리장에서, “과동” 임피던스는 원거리장 과동 임피던스 $120\pi \approx 377\Omega$ 보다 낮다. $dB\mu V/m$ 값과의 변환 오류를 방지하기 위하여, EU에서는 측정 결과는 항상 $dB\mu V/m$ 로 나타낸다. 8.2MHz 대역은 낮은 저주파로서 측정 거리는 3m 또는 10m인데, 이 거리는 근거리장에 해당되어 실제 측정값이 매우 큰 값으로 측정되거나 거리가 멀어질수록 감소되는 특성을 나타낸다. 이러한 거리에 따른 자계강도의 감소에 따라서 자계강도를 EN 300 330-1의 부록 J에 규정에 의해 보상해야 한다.[5]

8.2MHz 대역의 자계강도 기준치는 10m 거리에서 $9dB\mu A/m$ 가 된다. 다른 나라들은 대부분 출력기준을 전계강도를 이용하므로 이 값을 전계강도로 식(4)를 이용하여 변환한다.

$$E_{3,dB} = Z_0 H_{3,dB} \tag{4}$$

여기서,

$H_{3,dB}$: 측정거리 3m에서의 자계(dB)

$E_{3,dB}$: 측정거리 3m에서의 전계(dB)

식(4)에 의해 8.2MHz에 대한 유럽의 출력기준을 전계강도로 나타내면 $71dB\mu V/m$ 가 된다.

다. 일본규정의 계산방법

8.2MHz에 대한 일본의 출력 규정은 식(3)에 사용 주파수 대입하여 나타내는데, 이는 식(5)와 같다. [10]

$$E = E_0 \frac{2\pi f_{MHz}}{300} \tag{5}$$

식(5)를 dB로 표현하기 위하여 양변에 $20\log$ 를 취하면 식(6)와 같이 된다.

$$E_{dB} = E_{0,dB} - (24 - 20\log f_{MHz}) dB\mu V/m \tag{6}$$

식(6)에 사용주파수인 8.2MHz를 대입하면 $59.8dB\mu V/m$ 가 된다. 이는 다음의 우리나라의 규정과 동일한 값이다.

<ETS 300 330-1 부록 J의 보상 규정>

The present document allows field measurements to be made at other distances than 10 m. In this case, the appropriate H-field limit, H_x, for applicant requested measurement distance, dx, shall be calculated. The calculation of the new limit, H_x, shall be made by the applicant. Both the calculation of new limit and the requested measurement distance shall be stated in the Application and Test Report.

The following procedure shall be used:

$$A. \frac{\lambda}{2\pi} \geq 3d(m)$$

where d is either 10 m or the new measurements distance dx whichever is the shortest.

The new limit H_x in $dB\mu A/m$ at distance dx is determined from the 10 m limit H₁₀ in $dB\mu A/m$ by:

$$H_x = H_{10} + 20\log \frac{10}{d_x} (dB\mu A/m)$$

라. 한국규정의 계산

8.2MHz 대역의 출력기준은 앞에서 살펴본 바와 같이 $500\mu V/m (54dB\mu V/m)$ 로 되어있고, 전파연구소 고시 제 2008-2호(형식등록 및 형식등록 처리방법)의 제4장 기타 기술기준 적용방법 중 제15조(전계강도로 규정된 무선기기 적용방법)에 제시된 시험방법 보상치 $6\pi/\lambda$ 를 이용하여 계산한다.

이러한 보상치를 dB로 환산하면 $20\log(6\pi/\lambda)$ 가 되므로 실제 전계강도 기준치 E는 식(7)과 같다. [10]

$$E = 54 \text{ dB} \mu\text{V}/\text{m} + 24 - 20 \log f(\text{MHz}) \quad (7)$$

위의 식(7)에 8.2MHz를 대입하여 계산하면 기준치 E는 59.8dB μ V/m가 된다.

이상에서 살펴본 8.2MHz에 대한 각국의 규정을 비교하여 나타내면 표4와 같다.

표 4. 8.2MHz의 기준치의 비교
Table 4. Comparison of technical regulation for 8.2MHz

미국	유럽	일본	한국
79.5dB μ V/m	71dB μ V/m	59.8dB μ V/m	59.8dB μ V/m

IV. 출력 측정 및 고찰

8.2MHz 대역의 각국의 출력기준에 대해 고찰한 결과 표 4에 나타난 바와 같이 8.2MHz 대역에 대한 우리나라의 출력기준이 미국이나 유럽에 비해 매우 낮음을 확인하였는데, 실제 사용되는 기기에 대해 측정을 통하여 이를 검증하고자 한다.

그림 3는 현재 미국과 유럽에서 사용되고 있는 8.2MHz의 주파수 대역을 사용하는 상품도난방지장치인 EAS(Electronic Article Surveillance)의 출력 측정을 위해 루프안테나와 상품도난방지시스템과 평행이 되도록 구성한 그림이다.



그림 3. EAS와 루프안테나의 수평 배치
Fig 3. Horizontality arrangement between EAS and loop antenna

현재 유럽과 미국에서 판매되어 사용되는 장치이므로 유럽과 미국의 출력기준은 만족함을 알 수 있다.

이 설비를 측정업체에 측정을 의뢰하여 3m 거리에서 측정을 수행하였다.

측정은 시험 주파수 범위에서 기존 무선국의 전파 신호가 감지되는지 확인하고, 이를 측정 주파수에서 제외하도록 설정하였고, 3MHz이하에서는 저주파수대의 충분한 유도 전력을 얻을 수 있도록 스펙트럼 분석기의 DC 커플링 모드를 이용하도록 설정하였으며, 미세 신호의 식별을 위해 프리앰프를 사용할 수 있지만, 100kHz 이하 주파수에서는 감쇄가 심하므로 보상하는 방법을 취하였다.

그림 4에 측정된 값은 약 70.62dB μ V/m로 현재 8.2MHz 주파수 대역의 우리나라 규정 59.8dB μ V/m를 초과하는 값이다. 여기에 측정시의 루프 안테나와 급전선에 의한 이득 19.5dB μ V/m을 고려하면 측정된 출력이 더욱 더 커지기 때문에 우리나라의 규정을 훨씬 더 초과하게 된다.

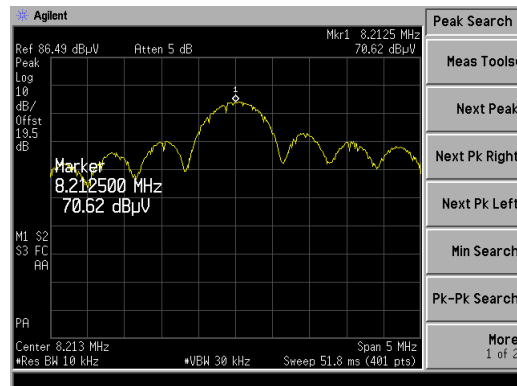


그림 4. EAS와 루프안테나를 수평으로 구성하여 측정된 8.2MHz EAS 시스템의 자계강도

Fig. 4 Measured electric field of horizontally arranged 8.2MHz EAS between EAS and loop antenna

그림 5는 8.2MHz EAS 시스템과 루프안테나를 수직으로 구성하여 자계를 스펙트럼 에널라이저의 RBW를 각각 1kHz로 측정된 그림이다.

그림 5에 측정된 값은 약 68.03dB μ V/m로 현재 8.2MHz 주파수 대역의 우리나라 규정 59.8dB μ V/m를 초과하는 값이다.

따라서 8.2MHz 대역에 대한 우리나라의 출력기준이 미국이나 유럽의 출력기준에 비해 지나치게 낮음을 확인할 수 있다.

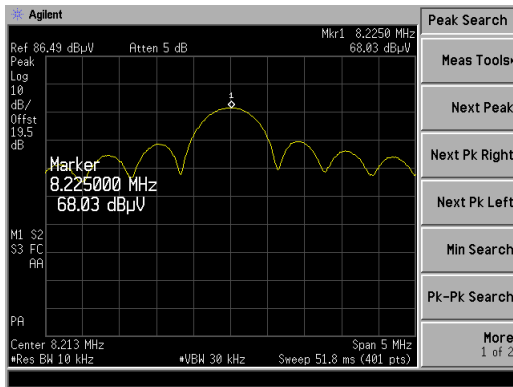


그림 5. EAS와 루프안테나를 수직으로 구성하여 측정된 8.2MHz EAS 시스템의 자계강도
 Fig. 5 Measured electric field of vertically arranged 8.2MHz EAS between EAS and loop antenna

V. 결 론

본 논문에서는 8.2MHz 대역에 대한 현재 우리나라의 출력기준이 미국이나 유럽 등의 외국에 비해 지나치게 낮게 규정되어 있음을 확인하였다.

무선 통신을 위한 RF 핵심소자의 경우 대부분 해외에서 수입되고 있으며, 수입이 이루어지는 과정에서 국내 기술기준을 만족하기 위해 튜닝(Tuning) 절차를 거치게 되고 이 과정으로 가격이 상승하게 됨으로 대다수의 Application 개발사에서 국내 시장을 외면하게 하는 요인이 되고 있다. 또한 수출용 시스템과 내수용 시스템을 구분하여 별도로 개발하여야 하는 상황 또한 내수시장을 외면하게 하는 하나의 이유이며, 생산물량의 감소는 활발한 기술개발 의지를 저하시키고 국제시장에서의 가격 경쟁력을 떨어뜨리게 된다.

따라서 출력기준을 해외의 기술기준과 동일한 수준으로 개정하는 것이 국내 시장 활성화 및 국제 경쟁력을 갖추는 원동력이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 강건환, 오세준, 박덕규, “국내 미약 전계 강도 무선기기 기술 기준 개선방안 및 제안”, 한국전자파학회 논문지 제17권 제6호, 2006. 6.
- [2] 정보통신부, “소출력 주파수 및 공공기관 주파수 이용제도 개선에 관한 연구”, 2003. 12. 31
- [3] <http://cfr.vlex.com/vid/15-209-radiated-emission-limits-requirements-19847570>
- [4] CEPT ERC Recommendation 70-03
- [5] ETSI EN 300 330
- [6] 전파연구소, “미약전계강도 무선기기에 대한 간섭 시나리오 개발에 관한 연구”, 2007. 12
- [7] 방송통신위원회, “무선설비규칙(방송통신위원회 고시 제2009-13호)”, 2009. 4. 1
- [8] 문병기, 홍순호 “전자파 흡수재를 이용한 디지털 전자기기의 전자파 규제 대응 기술”, 재료연구소 기계와 재료, 2008 · 7
- [9] <http://cfr.vlex.com/vid/15-31-measurement-standards-19847392>
- [10] 박승근, “미국 및 유럽의 전계강도 기준치 해석”, 기술메모, 한국전자통신연구원, 2008
- [11] 전파연구소고시 “형식검정 및 형식등록 처리방법 공고(제2008-2호)”, 2008.5.23

저자소개

김선엽(Sun-Youb Kim)

한국해양정보통신학회 논문지 제11권 제9호 참조

나 유 찬(Yoo-Chan Ra)

한국해양정보통신학회 논문지 제11권 제7호 참조