

원격응급시스템의 방사선 영상장치 구현

(An Implementation of Radiologic Imaging Device
of Remote Emergency Medical System)

조동헌*

(Dong-Heon Cho)

요 약

구급차에 장착하거나 사고 현장에서 사용할 수 있는 방사선 영상장치를 구현하였다. DC 12[V] 입력 전원에서 X-ray 튜브를 통해서 X-ray를 발생하는 장치를 구성한 후 오실로스코프를 활용하여 특성 실험을 하였다. 그리고 발생된 X-ray에 대해 디지털 디텍터를 이용하여 파일 형태로 저장하는 실험을 하였다. X-ray를 발생시킨 후 디지털 디텍터로 검출한 결과, 파일 크기가 1.67[MB]이고, jpg 형태로 이루어진 방사선정보를 저장할 수 있었다. 구현된 방사선 영상장치는 환자가 의사로부터 공간적으로 멀리 떨어져 있어 시간적으로 진단과 치료가 동시에 이루어지기 어려운 상황에 효율적으로 대처할 수 있는 장점이 있다. 따라서 구현된 방사선 영상장치는 긴박한 상황이 발생한 사고 현장이나 이동 중인 구급차 내에서 X-ray 촬영을 함으로써, 환자의 X-선 정보를 응급의료 센터의 의사에게 전달하고 의사의 처방을 받을 수 있는 의료 선진화를 구현하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract

The radiologic imaging device was implemented. It can be installed in an ambulance or used when an accident happens. After an equipment which generates X-ray generating unit with a tube in DC 12[V] had been made, a trait experiment using an oscilloscope was made. An experiment was carried out where the generated X-ray was saved as a form of a file using a digital detector. In this experiment, as a result of generating X-ray and detecting it using a digital detector, 1.67[MB]-, jpg- radical rays information could be saved. One distinct advantage of the developed radiologic imaging device is the fact that we can efficiently deal with emergency cases too far from the hospital, difficult to diagnose but treat simultaneously. By using the radiologic imaging device at the urgent scene of an accident or in a moving ambulance, we can provide the patient's X-ray information with the emergency medical specialist who is in the emergent medical center and have the patients prescribed and treated appropriately. As a result, the developed emergency medical treatment can be expected.

Key Words : Radiologic Imaging Device, Remote Emergency Medical System, Digital Detector

* 주저자 : 충남대학교 의공학 협동과정

Tel : 042-580-2112, Fax : 042- 581-0841, E-mail : jovision@hanmail.net

접수일자 : 2006년 8월 2일, 1차심사 : 2006년 8월 7일, 2차심사 : 2006년 9월 8일, 심사완료 : 2006년 9월 15일

1. 서 론

최근 발생하는 사고가 대형화 되고 있기 때문에 이로 인한 응급의료의 필요성과 중요성이 높아가고 있다. 우리 나라 국민의 사망 원인은 전체 사망자의 40[%]가 암과 뇌질환으로 인한 것이다. 그러나 사회 활동이 활발한 젊은 연령층에서는 사고로 인한 경우가 주원인이고, 이로 인한 환자의 수는 매년 증가 추세를 보이고 있다고 한다[1]. 이와 같이 사고로 인한 재해의 증가는 곧 응급상황이 발생할 수 있는 가능성을 높게 한다. 응급상황에서 환자에 대한 올바른 대처는 사고로 인한 사망을 줄이는 관건이 되며 체계적인 응급 의료 체계의 중요성이 대두되게 된다[2].

응급 의료 체계는 응급 환자에 대한 의료진의 신속한 현장 대응, 후송 중 응급 환자에 대한 응급처치, 병원에서의 응급진료에 관한 사항이 단계별로 중요하게 이루어진다[3]. 특히 사고 현장과 응급 의료 센터의 거리가 구급차로 10분 이상 소요될 경우, 후송 중에 이루어지는 체계적인 의료 행위가 매우 중요함에도 불구하고 부족한 부분이 있는 것이 현실이다. 만약 응급 의료 센터에 있는 의사가 환자의 상태를 모니터링만 할 수 있다면 병원 전에 응급처치와 병원 후의 의료 준비에 체계적인 대응이 가능할 것이다. 방사선 영상장치는 모니터링의 중요한 수단이 된다.

응급 의료 체계에서 방사선 영상장치는 응급 환자에 대한 진단 및 치료 과정에서 응급 의료진이 올바르게 적절한 결정을 내리는데 매우 중요한 역할을 한다. 환자의 전신 상태가 안정되어 있는 경우에는 환자 평가 과정 중 방사선 검사의 시기 결정이 비교적 간단하다. 그러나 환자의 상태에 따라 응급 방사선 검사가 적절한 방법과 시기에 이용되지 않으면 환자의 치료과정 뿐만 아니라 환자의 예후에도 중대한 영향을 미칠 수 있다[4].

방사선 영상장치는 사고 현장과 병원 후송 과정에서 응급 방사선 검사를 활용하여 중증 환자를 경중 환자와 분류하여 권역별 응급 의료센터에 환자가 집중되는 것을 방지하고, 응급상황에서 방사선 검사를 실시하고 전문 의사의 신속한 처방을 실시함으로써 환자의 위험요소를 제거하고 응급 처치가 가능할 수 있는 곳에 매우 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 원격 응급 의료 시스템에서 사용할 수 있는 방사선 영상장치를 구현하는 데 있다.

2. 원격응급시스템

2.1 원격응급시스템의 구성

그림 1은 원격응급시스템을 나타낸다. 사고 현장에서 검출된 방사선 정보를 응급의료센터로 전송하여 의사의 처방을 신속하게 받을 수 있다. 사고 현장에서 사용하는 장치는 X-ray source와 digital detector로 나눌 수 있다. X-ray source는 환자의 상태를 파악하기 위한 방사선 영상장치이고, digital detector는 X-ray source에 의해 발생된 X-ray를 영상으로 변환하는 장치이다. 사고 현장에서 검출된 방사선 영상 정보는 통신을 통해서 응급의료센터에 제공되고 전문 의사의 처방이 사고 현장에 도달하여 적절한 응급 상황에 대한 대처가 가능하다.

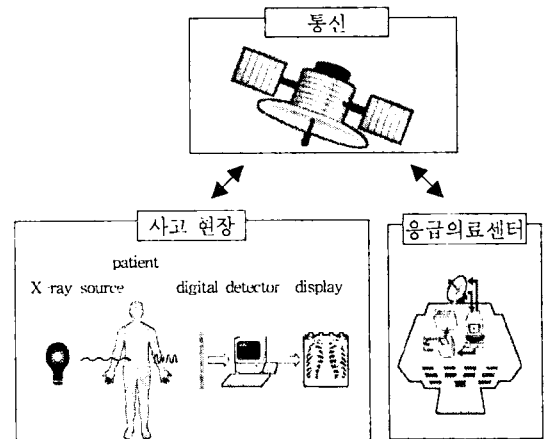


그림 1. 원격응급시스템
Fig. 1. Remote Emergency Medical System

2.2 원격응급시스템에서 방사선 영상의 사례

원격응급 상황이 발생할 수 있는 경우 방사선 영상이 필요한 사례는 위장관 이물질 검출, 골절 부위의 부목 검출, 인체에 침투된 이물질 검출 등이 있다.

원격응급시스템의 방사선 영상장치 구현

표 1은 제시된 3가지 사례에 대한 촬영 조건표를 나타낸 것으로 국내 D사에서 신체 부위별로 촬영 조건에 관해 정리된 자료를 재구성하였다. X-ray 발생 튜브와 촬영대상과의 거리는 100[cm]를 기준으로 하였고, 그리드는 사용하지 않았다. 위장관 이물질은 복부에 동전과 같은 이물질이 들어오는 경우, 누운 상태와 선 상태를 촬영하는 조건으로 관전압 60~65[kVp], 전류초 10~15[mAs]이다(여기서 전류초는 전류[mA]× 조사시간[s]를 나타낸다). 골절부위 부목은 골절 부위 촬영과 부목 촬영에 관한 것으로 상지 부분과 하지 부분으로 분류하며, 관전압 45~60[kVp], 전류초 5~10[mAs]이다. 인체에 침입된 이물질은 사고에 의한 파편의 침입 등에 의한 인체에 침입된 상태를 촬영하는 것으로 관전압 40~60[kVp], 관전류 3~10[mAs]이다.

표 1. 촬영 조건표

Table 1. A table of photography

영역	촬영부위	[kVp]	[mAs]
위장관 이물질	복부 누운상태 (abdomen supine)	60~65	10
	복부 선상태 (abdomen erect)	60~65	15
골절 부위 부목	상지 (upper extremity)	45~50	5
	하지 (lower extremity)	50~60	5-10
인체에 침투된 이물질	다리 (leg)	60	10
	손끝 (finger tip)	40	3

3. 실험결과 및 고찰

3.1 방사선 영상장치의 구성

그림 2는 방사선 영상 장치의 구성을 세 가지 영역으로 나타낸다. ㉑는 입력회로로서 배터리에서 DC 12[V] 전원을 공급 받아 320[V]로 승압하여 콘덴서에 충전(charging)하고 인버터회로에 충전 전원을 인가한다. ㉒는 인버터회로~X-ray 튜브로서 X-ray를 발생시킬 수 있도록 한다[6]. ㉓는 디지털 디텍터로

서 촬영대상을 통과하여 얻어진 X-ray를 방사선 영상처리하기 위한 것이다. 실험에서는 응급 상황에서 사용할 수 있도록 배터리 형태의 전원 DC12[V]를 직류전원장치로부터 발생 하였고, ㉑와 ㉒에 해당하는 부분을 제작하여 X-ray 발생 장치를 구성하였다. ㉓부분에 해당하는 부분은 국내 D사에서 제작한 고정된 디지털 디텍터를 활용하였다.

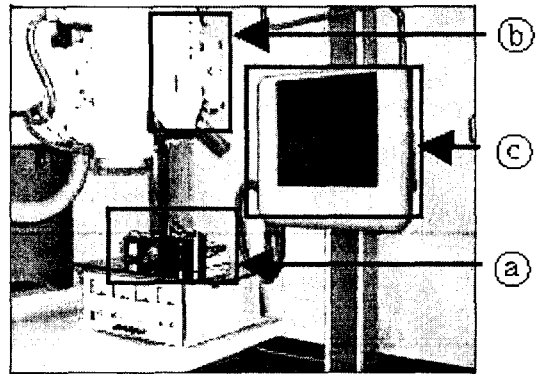


그림 2. 방사선 영상장치의 구성

Fig. 2. Construction of radiologic imaging device

3.2 방사선 영상 장치의 X-ray 측정

채널 1은 관전압을 나타낸 것으로 1[div]당 2[V] (프로브 10000 : 1, 10[kV]=1[V])로 설정하였고 채널 2는 관전류를 나타낸 것으로 1[div]당 5[V](프로브 5[mA]=1[V])로 설정하였다. X-ray 시험의 오차 판정 기준은 보건복지부의 '진단용방사선 발생장치의 검사기준'에 따르면 관전압은 ±10[%], 관전류는 ±15[%] 이내인 경우 합격으로 정하고 있으며, 본 시험 결과 오차 절대치가 최대 6.6[%]로서 안정적인 X-ray를 발생하고 있다.

그림 3은 위장관 이물질 삽입이 발생된 경우에 적용하기 위한 실험조건으로 관전압(채널 1) 64[kVp], 전류초 15.4[mAs], 전류(채널 2) 55[mA], 조사시간 0.28[sec]로 인가한 경우에 해당하는 결과를 얻은 것이다. 설정치는 관전압을 60[kVp], 전류초를 15[mAs]로 하였고 측정치는 전압이 64[kVp](오차율 6.6[%]), 전류초가 15.4[mAs](오차율 2.7[%])의 결과를 나타냈다.

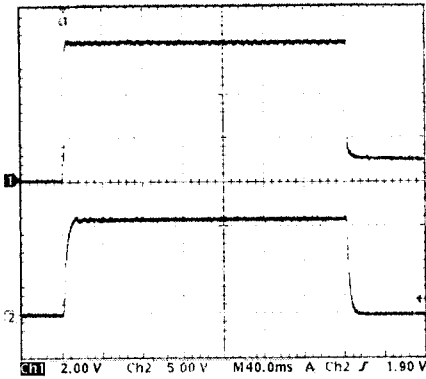


그림 3. X-ray tube 출력(64[kVp], 15.4[mAs])
Fig. 3. Output of X-ray tube (64[kVp], 15.4[mAs])

그림 4는 골절 부위 부목이 필요한 다리 골절이 발생된 경우에 적용하기 위한 실험조건으로 관전압(채널 1) 52[kVp], 전류초 4.8[mAs], 전류(채널 2) 60[mA], 조사시간 0.08[sec]로 인가한 경우에 해당하는 결과를 얻은 것이다. 설정치는 관전압을 50[kVp], 전류초를 5[mAs]로 하였고 측정치는 전압이 52[kVp](오차율 4[%]), 전류초가 4.8[mAs](오차율 -4[%])의 결과를 나타냈다.

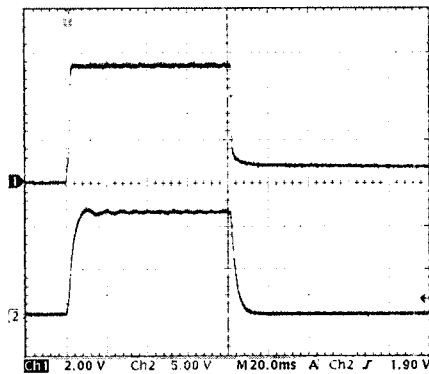


그림 4. X-ray tube 출력(52[kVp], 4.8[mAs])
Fig. 4. Output of X-ray tube (52[kVp], 4.8[mAs])

그림 5는 인체에 침입된 이물질이 발생된 경우에 적용하기 위한 실험조건으로 관전압(채널 1) 64[kVp], 전류초 9.9[mAs], 전류(채널 2) 55[mA], 조사시간 0.18sec로 인가한 경우에 해당하는 결과를 얻은 것이다. 설정치는 관전압을 60[kVp], 전류초를 10[mAs]로 하였고 측정치는 전압이 64[kVp](오차율

6.6[%]), 전류초가 9.9[mAs](오차율 -1[%])의 결과를 나타냈다.

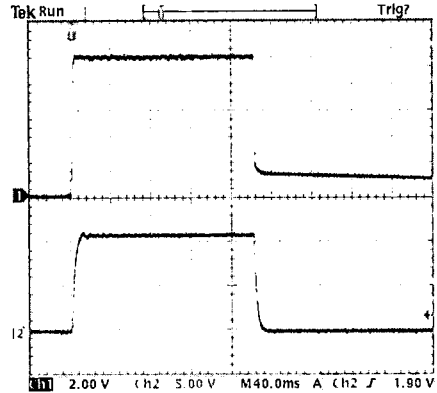


그림 5. X-ray tube 출력(64[kVp], 9.9[mAs])
Fig. 5. Output of X-ray tube (64[kVp], 9.9[mAs])

3.3 방사선 영상 장치의 영상 검출

표 2는 방사선 영상 장치의 시험 결과를 나타낸다. 개발된 X-ray 발생장치에 대해서 시험 평가를 대전 C 병원을 비롯한 전국 3개 종합병원에서 관전압, 관전류, 조도시험, 광조사야 차이 시험 등 각종 검사를 시행하였고 재현성 시험, TIMER 시험, 입사 조사선량을 시험을 하여 모두 정상적인 결과를 얻었다. 이를 바탕으로 의사, 방사선사, 환자의 동의를 얻은 상태로 개발된 휴대가 가능한 X-ray 발생장치를 국내 D사 제품의 고정된 디지털 디텍터로 방사선 영상을 검출하는 제한적인 임상시험을 실시하였다. 원격응급시스템의 방사선 영상장치는 X-ray를 발생하는 장치와 디지털 디텍터 모두 휴대용으로 사고 현장에서 방사선 영상을 얻은 후 원격으로 전송을 해야 하지만 본 연구에서는 디지털 디텍터는 기존 제품을 활용하는 제한적인 연구를 진행하였다.

그림 6은 디지털 디텍터로 검출한 것이다. (a)는 위장관 이물질 삼입이 발생한 환자에 대해 1시간 이상이 지난 경우 동전이 소장(small bowel)에 위치된 상태를 촬영하였다. 관전압 60[kVp], 전류초 15[mAs]로 인가한 경우에 해당하는 결과를 얻은 것이다. (b)는 다리 골절이 생긴 환자에 대해 전후(anterior-posterior:AP)에서 촬영한 것이다. 부러진

표 2. 방사선 영상 장치의 시험 결과
Table 2. Testing result of radiologic imaging device

분 류		시험 병원		
		대전 C	일산 D	서울 S
관전압 (±10%이하)	결과	79.4[kV] (-0.7%)	79.4[kV] (-0.7%)	80.5[kV] (0.8%)
	판정	○	○	○
관전류 (±15%이하)	결과	10.1[mAs] (1%)	10.2[mAs] (2%)	10.1[mAs] (1%)
	판정	○	○	○
조도시험(SID 1[m]에서 160[Lux] 이상)	결과	164[Lux]	164[Lux]	175[Lux]
	판정	○	○	○
광조사야 차이시험 (±2%이하)	결과	0.4[%]	0.4[%]	0.4[%]
	판정	○	○	○
재현성시험 (변동계수CV=0.05이하)	결과	0.0061	0.0063	0.0019
	판정	○	○	○
타이머 시험(10%이하)	결과	0.199[s] (-0.5%)	0.199[s] (-0.5%)	0.2[s] (0%)
	판정	○	○	○
입사조사선량을 시험 (10[R/min])	결과	4.42[R/min]	4.25[R/min]	4.42[R/min]
	판정	○	○	○

* 분류의 ()는 분류내용의 기준을 나타낸 것임. 시험병원의 ()는 오차율을 나타낸 것임. 결과가 기준 내에 해당되는 경우 판정을 ○으로 표시하였음. 80[kV], 10[mAs], 0.2[sec]를 시험 조건으로 하였음



(a) 위장관 이물질 (b) 다리 골절 (c) 이물질 침입

그림 6. 디지털 디텍터 검출
Fig. 6. Detection of digital detector

부분이 경골(脛骨, tibia)에 해당되는 것으로 관전압 50[kVp], 전류초 5[mAs]로 인가하여 얻은 결과이다. (c)는 인체에 이물질 침입에 대한 것으로 전완부

(forearm)가 창상(創傷, 송곳에 찔려)으로 발생한 환자에 대해 뼈와 이물질 간의 상관 관계를 파악하기 위해서 촬영한 것이다. 관전압 60[kVp], 전류초 10[mAs]로 인가한 경우에 해당하는 결과를 얻은 것이다[2].

4. 방사선 영상 장치의 영상 자료의 활용

방사선 영상 장치로 촬영한 영상 자료를 무선통신이 가능한 노트북으로 전송하였고 원거리에 있는 의사에게 무선통신이 가능한 노트북으로 수신 받은 후, 핸드폰과 내비게이션에 케이블을 연결하여 확인하였다. 그림 9는 영상 정보의 활용을 나타낸 것이다. (a)는 노트북을 활용한 것으로 영상 자료를 전송하는 시범 사례를 나타낸 것이다. (b) 핸드폰을 활용한 것으로 영상 자료를 전송하는 시범 사례를 나타낸 것이다. (c) 내비게이션을 활용한 것으로 영상 자료를 전송하는 시범 사례를 나타낸 것이다.

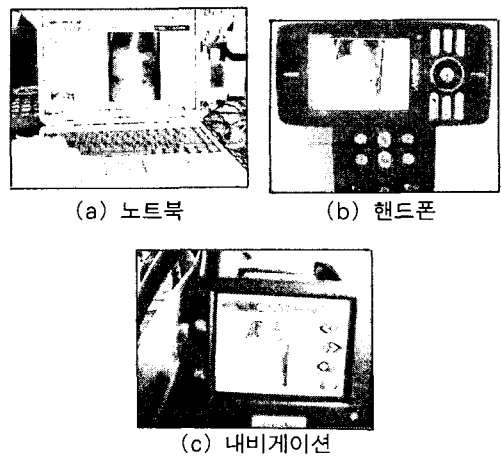


그림 7. 영상 정보의 활용
Fig. 7. Application of imaging data

5. 결 론

본 연구는 구급차 내의 배터리 전원 DC 12[V]나 콘덴서의 충전 전원을 활용하여 병원 내의 AC 220[V] 상용전원이 공급되지 않은 사고 현장에서

X-ray 촬영을 할 수 있는 방사선 영상장치를 구현하였다. 원격응급시스템에서 적합한 방사선 영상장치를 제작하였고 X-ray 촬영과 영상 검출을 통해 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 구현된 방사선 영상장치를 원격응급시스템에서 필요한 위장관 이물질, 골절 부위 부목, 인체에 침투된 이물질에 해당하는 촬영 조건에 따라 관전압과 관전류를 오실로스코프로 파형 측정 하였다. 최대 오차율 6.6%[2]로서 X-ray 시험의 오차 판정 기준에 적합하였다.

둘째, 구현된 방사선 영상장치로 발생된 X-ray를 디지털 디텍터로 검출하여 영상 정보를 얻을 수 있었다. 동전이 위장에 있는 상태, 다리 골절된 상태, 창상에 의한 이물질이 침입해 있는 상태를 검출할 수 있었다.

셋째, 검출된 영상 정보를 노트북, 핸드폰, 내비게이션으로 전송하고 활용할 수 있었다. 따라서 사고 현장과 원거리에 있는 의사에게 자료를 제공하고 의사의 처방을 받을 수 있는 원격 응급 의료 시스템에 대한 적용 가능성을 시도해 보았다.

본 연구를 통해서 휴대용 X-ray 발생 장치를 개발하여 원격 응급 의료 시스템에 적용하면, 원격 응급 의료 시스템과 휴대용 X-ray 발생 장치를 적절하게 시스템화함으로써 사고에 따른 사망의 위험성을 감소시켜 선진 응급 의료에 다가설 수 있으리라 기대된다. 그리고 개발된 휴대용 X-ray 발생 장치는 원격 응급 의료 시스템뿐만 아니라 수술 진행 중에 2~3장의 적은 양의 X-ray를 촬영해야하는 경우에도 효과적으로 사용할 수 있을 것이다[2].

이를 바탕으로 원격 응급 의료 시스템에서 적용될 방사선 영상 장치에 대한 후속 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 구현된 방사선 영상장치는 휴대의 장점을 더욱 높이기 위해서는 크기와 무게를 더욱 줄일 필요가 있다. 방사선 영상장치는 첨단 소재를 활용하여 방사선 영상장치의 크기와 무게 등 외형을 줄일 필요가 있다.

둘째, 휴대용 디지털 디텍터의 연구 개발이 필요하다. 이동 중인 구급차 내에서 또는 사고 현장에서 응급 환자에 대한 방사선 영상을 디지털 디텍터로

검출할 수 있도록 디지털 디텍터에서 사용하는 전원을 구급차 내 시거잭으로 사용하거나, 충전할 수 있는 배터리를 장착할 수 있도록 해야 한다. 이를 위해서 휴대용 디지털 디텍터도 X-ray 발생 장치와 같이 구급차 배터리 전원인 DC 12[V]나 충전지로 구동하여 사용할 수 있는 연구가 필요하다[2].

셋째, 검출된 영상 정보를 언제 어디서나 송수신이 가능할 수 있도록 통신에 관한 연구 개발이 필요하다. 사고 현장에서 촬영된 정보를 원거리에 있는 의사의 핸드폰이나 내비게이션 등으로 직접 송수신될 수 있도록 하는 원격응급 의료 시스템이 실현될 수 있는 연구가 필요하다.

References

- (1) 통계청, 2004년 사망원인통계결과, 2004, pp. 7-10.
- (2) 조동현, 원격응급의료시스템에 적합한 휴대용 x-ray 발생 장치의 구현, 호서대학교 박사학위논문, 2006.
- (3) 윤여규, 최신 응급의학, 의학문화사, 2004.
- (4) D.H. Cho, K.W. Koo, J.M. Cho, "The Necessary Of Portable X-ray Equipment For Emergency Medical Service System And Sports Injuries", The Journal Of The Korean Society Of Medical Technology vol 8, no1, pp. 189-197, 2004.
- (5) J.R. Lee, "Clinical study on colles fracture treated by long or short arm cast after U-shaped splint", The Korean Academy of Family Medicine, vol 15, no4, pp.265-270, 1994.
- (6) D.H. CHO, K.W. Koo., H.S. Yang "the development of portable digital X-ray power supply unit for emergency medical services", Journal of the korean institute of illuminating and electrical installation engineers, vol 20, no1, pp.125-131, 2006.

◇ 저자소개 ◇

조동현 (曹東憲)

1970년 10월 12일생. 1992년 충남대학교 전기공학교육과 졸업. 1995년 충남대학교 전기공학과 졸업(석사). 2002년 충남대학교 의공과 수료(박사). 2006년 호서대학교 컴퓨터응용기술과 졸업(박사). 1992년~현재 충남기계공고 교사.