

위치기반서비스의 측위시스템 정확도 향상에 관한 연구

최창묵*

A Study on Accuracy Improvements of Positioning System for Location-Based Service

Chang-mook Choi*

Department of Navigation & Shiphandling, Korea Naval Academy, Gyeongnam 645-797, Korea

요 약

위치기반서비스는 사용자에게 부가 가치를 제공하기 위해 이동통신망으로 위치를 정확하게 파악하고 각종 정보를 이용하여 이를 활용하는 통합 서비스를 가리키며 이러한 서비스의 핵심기술은 위치를 찾아내는 기술이다. 따라서 본 논문에서는 위치기반서비스에 이용되는 전파신호를 이용한 측위 기법에 대하여 소개하고 최신 스마트폰의 위치 측정 원리와 위치 측정 정확도를 분석하였다. 분석결과를 토대로 사용자의 안전을 향상시키기 위한 개선방향을 제시하였다.

ABSTRACT

Location-Based Services can be defined as services that integrated a mobile network device's position with other information so as to provide added value to users. One of the most important elements in the LBS is the ability to locate objects. In this paper, the positioning techniques using radio signal were introduced, and the positioning principles and accuracies for LBS of smart phone were analyzed. As a result, the some techniques for improving user security were suggested.

키워드 : 위치기반서비스, 측위기법, 스마트폰, 위치 정확도, 안전.

Key word : Location-Based Service, Positioning technique, Smart phone, Positioning Accuracy, Security

접수일자 : 2014. 08. 19 심사완료일자 : 2014. 09. 17 게재확정일자 : 2014. 09. 29

* **Corresponding Author** Chang-Mook Choi(E-mail:navsun@naver.com, Tel:+82-55-549-1483)
Department of Navigation & Shiphandling, Korea Naval Academy, Gyeongnam 645-797, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.10.2579>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

위치기반서비스(LBS; location-Based Service)는 휴대폰 속에 기지국이나 위성항법장치(GPS; Global Positioning System)와 연결되는 칩을 부착해 위치추적 서비스, 공공안전 서비스, 위치기반정보 서비스 등 위치와 관련된 각종 정보를 제공하는 서비스를 말한다[1].

위치기반서비스는 과거 군사적 목적으로 군사혁신 과정에서 전장양상의 변화에 맞추어 C4I (Command, Control, Communication, Computer, and Intelligence) 지휘통제체계에서부터 시작하여 정밀타격 및 네트워크중심전(NCW; Network Centric Warfare)까지 핵심기술로 발전하여 왔으며, 이러한 위치기반 기술들이 민간분야에서 이용되면서 사람·차량 등의 위치를 파악하고 추적할 수 있음은 물론, 산속이나 사막과 같은 오지에서 위험에 처했을 때 휴대폰의 응급 버튼을 누르면 구조기관에 연결되어 구조를 받을 수 있도록 발전하였다.

최근 울산지방경찰청은 근거리무선통신(NFC; Near Field Communication)을 이용하여 긴급출동서비스로 안심신고망을 구축해 본격 운영을 시작하였다. 이는 스마트폰을 NFC 칩이 내장된 스티커에 갖다 대면 자동으로 위치가 경찰에 신고 되는 서비스이다.

각종 분야에서 활발하게 이용되고 있는 위치기반서비스의 구성요소는 그림 1처럼 측위기술, 플랫폼 기술, 서비스 기술로 나누어 볼 수 있다.

3가지 구성요소 중에서 가장 서비스의 종류와 품질에 영향을 미치는 핵심기술은 위치 측정기술이다. 이는 위성항법시스템이나 이동통신 시스템의 기지국으로부터 전파신호, 신호세기, 전달시간 등을 이용하고 있다.

최근 세계적으로 위치 측정의 정확도에 대한 규정화 움직임도 있으며[2], 많은 연구자들이 정확한 위치 측정 및 서비스 영역 증대를 위해 중점적으로 연구를 수행함은 물론, 이용하는 플랫폼의 전력 최소화분야까지도 확대하여 연구하고 있다[3].

따라서 본 논문에서는 위치기반서비스에 이용 가능한 측위 기법에 대하여 전파의 원리 측면에서 구분하여 분석하고 현재 사용되고 있는 스마트폰의 측위 원리와 측위 결과를 토대로 향후 안전 분야에서 위치기반서비스의 정확한 위치 정보 제공을 위한 측위 개선방향을 제시하고자 한다.

II. 시스템 측위 기법

2.1. 개요

사용자가 위치를 측정하기 위해서는 본인이 구할 수 있는 위치선(LOP; Line of Position)을 알아냄으로서 측정할 수 있다. 과거에는 위치선을 구하기 위해 지상물표를 이용하거나 해, 달, 별자리 등 천문을 이용하였으나 근래에는 전파를 매개체로 이용하여 손쉽고 정확하게 위치를 측정하는 기술이 발달되었다.

19세기 전파가 발견된 이래로 과학기술의 발달과 더불어 위치를 측정하는 기술들은 위성을 이용하는 기술까지 급속도로 발달되었다.

전파를 이용한 위치 측정 기술은 전파의 기본 성질인 직진성과 등속성을 이용하여 전파의 도착시간(TOA; Time of Arrival)을 이용하는 기법과 전파의 도착시간차(DTOA; Different Time of Arrival)를 이용하는 기법, 전파의 도달 방위각(AOA; Angle Of Arrival)을 이용하는 기법, 그리고 전파의 세기(RSSI; Received Signal Strength Indication)를 이용하는 기법으로 나누어볼 수 있으며[4, 5], 일부에서는 구축된 시스템 기준으로 구분하기도 한다.



그림 1. 위치기반서비스 구성요소
Fig. 1 The Components of a LBS

2.2 전파의 도착시간(TOA)을 이용하는 기법

전파의 도착시간을 이용하는 기법은 기준국에서 수신기까지 전파의 도착시간을 이용하여 거리를 계산하고 3개 이상의 기준국으로부터 거리를 계산함으로써 3개의 위치선을 이용하여 위치를 계산하는 것으로 삼각측량법에 의한 것이다.

그림 2는 전파의 도착시간을 이용하는 기법의 측정 원리를 설명하고 있다.

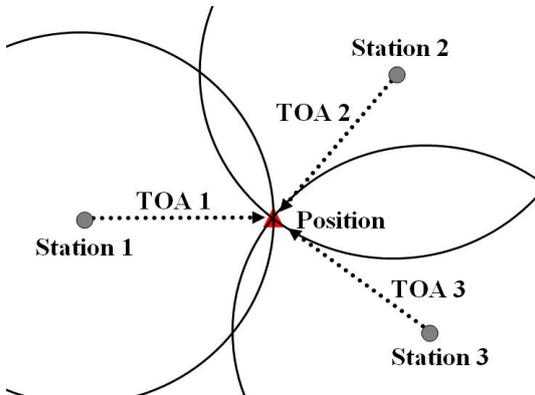


그림 2. 전파의 도착시간을 이용하는 기법의 측정원리
Fig. 2 The measuring principle of TOA

전파의 도착시간을 이용하는 대표적인 방법은 위성을 이용하는 것으로 미국의 GPS, 러시아의 GLONASS (Global Navigation Satellite System), 개발 중에 있는 EU의 GALILEO와 중국의 COMPASS 등의 GNSS (Global Navigation Satellite System)가 있다[6].

GNSS 기본 원리는 위성으로부터 수신기까지의 의사거리(Pseudorange) pr_i 와 위성과 수신기 간 실제거리 ρ_i , 그리고 시계바이어스 오차 ΔT_b 에 의해서 계산되어 진다[7].

$$pr_i = \rho_i + c \cdot \Delta T_b \quad (1)$$

여기서, c 는 빛의 속도 ($3 \times 10^8 m/s$)이다.

위치의 3차원 성분과 시계바이어스 오차를 포함한 네 가지의 미지수를 구하기 위해서 동시에 측정된 4개의 의사거리가 필요하며, 이는 기하학적으로 각 의사거리를 반지름으로 하는 4개의 구면의 접점을 뜻하게 된다[7].

GNSS를 이용하는 방법의 위치 정밀도는 2drms 10m 내외이다.

2.3 전파의 도착 시간차(DTOA)를 이용하는 기법

전파의 도착 시간차를 이용하는 기법은 2개소의 송신국으로부터 전파 신호의 도착시간차를 임의의 지점에서 관측하면 관측점에서 각 송신국까지의 거리차를 측정하는 것이 된다는 원리를 이용한 방식이다. 위치 측정 원리는 그림 3과 같다.

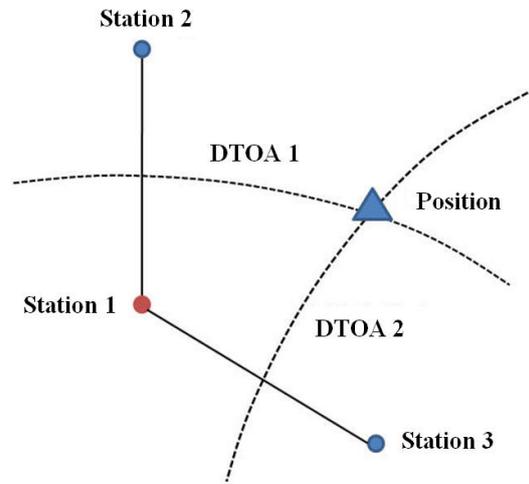


그림 3. 전파의 도착시간차를 이용하는 기법의 측정원리
Fig. 3 The measuring principle of DTOA

한 쌍의 두 국에 대하여 전파의 도착시간차, 관측거리차를 갖는 점의 궤적은 쌍곡선 형태의 위치선이 된다. 그리고 2개 이상의 위치선의 교점은 관측자의 위치가 된다. 이 방법의 정밀도는 대략적으로 수백 m의 오차를 포함하고 있다.

전파의 도착시간차를 이용하는 대표적인 방법이 쌍곡선 항법체계인 로란, 오메가, 데카 항법이다. 이러한 항법시스템들은 GNSS의 등장으로 사향 길로 접어들었으나 최근 GNSS 취약점이 부각되면서 다시 백업시스템으로 대두되며 TOA 개념을 도입한 eLoran으로 재등장하고 있다.

2.4 전파의 도달 방위각(AOA)를 이용하는 기법

전파의 도달 방위각을 이용하는 기법은 이용자가 무선방위측정기를 이용하여 전파의 도래 방위각을 측정

한다. 무선방위측정기는 루프 안테나를 이용하여 수신된 방위를 아는 방식으로 원리는 그림 4와 같다.

전파의 도달 방위각을 이용하는 대표적인 시스템은 항공의 ILS(Instrument Landing System), 해상의 RDF(Radio Direction Finder)[5, 8] 등이 있다.

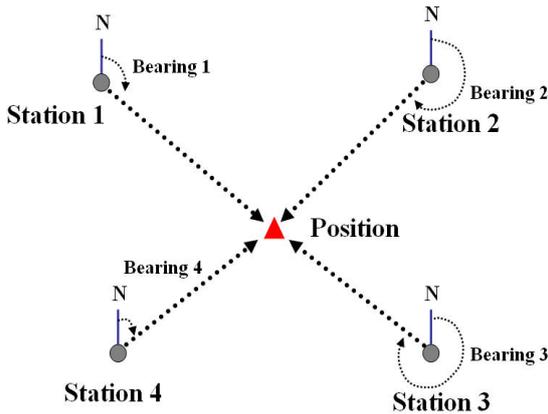


그림 4. 전파의 도달 방위각을 이용하는 기법의 측정원리
Fig. 4 The measuring principle of AOA

2.5. 전파 세기(RSSI)를 이용하는 기법

전파의 세기를 이용하는 방법은 자유공간 상에서 감쇄되는 정도에 따라 거리를 측정하는 방법으로 전파되는 송신 신호의 감쇄(a)는 식 2와 같으며 송신신호와 수신 신호의 비율로 구할 수 있다. 여기에서 λ 는 사용 주파수, R은 거리, c는 전파의 속도를 나타낸다.

$$a = 20 \log\left(\frac{4\pi R}{\lambda}\right) \quad (2)$$

$$R = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot 10^{\frac{a}{20}} = \frac{c}{4\pi f} \cdot 10^{\frac{a}{20}} \quad (3)$$

전파의 세기를 이용하여 측정된 거리가 하나의 위치 선이 되며 위치선이 3개 이상 측정되면 삼각측량법에 의해 위치를 계산할 수 있다. 대표적인 방법이 핸드폰 기지국을 이용하는 것이나 Bluetooth를 이용하는 것이다. 전파의 세기를 이용하는 기법의 측정원리는 그림 5와 같다.

2.6. 기타

이 외에도 실내 또는 전파 수신이 잘 안 되는 곳에서 위치 측정을 위해 휴대폰 기지국 Cell-ID를 이용하거나 Wi-Fi 등을 이용한 무선랜(WLAN; Wireless Local Area Network), 근거리 통신망인 NCF나 UWB(Ultra Wide Band)를 이용한 방법 등이 있다[5].

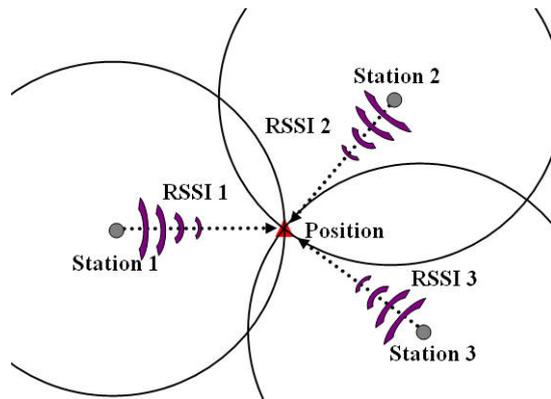


그림 5. 전파의 세기를 이용하는 기법의 측정원리
Fig. 5 The measuring principle of RSSI

III. 위치기반서비스 측위결과

3.1. 스마트 폰의 측위 서비스

최근 스마트폰에서는 GPS, WLAN, 3G Cell-ID를 기반으로 한 위치 측정 기술, 디지털 컴파스를 이용한 방향 인식 기술, Google Map 등의 지도 및 위치 DB 등이 종합적으로 제공되고 있다[9].

보통 실외에서는 GPS 신호를 이용하여 위치를 파악하였으나 위성의 가시영역밖 또는 실내에서는 위치를 파악하기 어려워 A-GPS(Assisted-Global Positioning System)라는 개념으로 단말기 위치 측정 시 위성을 이용한 위치 신호와 기지국 네트워크 기반을 이용한 위치 신호를 혼합적으로 사용하여 실내에서의 위치서비스를 보완하고 있다[10].

전 세계적으로 이동통신사, 스마트폰 제작사 등 많은 기업들이 위치기반서비스를 확대하고 있으며, 대표적인 것들이 AT&T 회사의 Navigator 앱, Google 회사의 Google MAP을 이용한 Latitude, 국내 SKT 회사의 T-Map 등이 있다.

3.2. 스마트폰의 측위 결과

스마트폰의 정확한 위치측정을 위해 본 논문에서는 정확한 지도와 실시간 교통정보, 위치정보를 기반으로 한 길안내서비스를 제공하는 SKT의 T-MAP[11]을 이용하였으며, 단말기는 삼성전자의 갤럭시 노트 2를 이용하였다. 위치의 정확도를 확인하고자 경남 진해의 중원로터리와 제황산 공원에서 위치를 측정하였으며 측정결과는 그림 6, 7과 같은 데이터를 수신하였다.

GPS를 이용하여 위치를 측정하였을 때에는 그림 6 (a), 그림 7 (a)와 같은 위치 측정결과가 수신되었다. GPS의 오차 10m를 고려하면 신뢰할 만한 정확도임을 확인할 수 있었다. GPS가 수신 안 되는 A-GPS의 경우는 그림 6 (b), 그림 7 (b)와 같이 50~65m의 오차가 포함된 위치 측정 결과를 수신하였다.



(a)



(b)



(c)

그림 6. T-MAP을 이용한 위치측정결과(창원시 진해 중원로터리)
 (a) GPS (b) A-GPS (c) Cell-ID
 Fig. 6 Positioning results using T-MAP at Jinhwa Jungwon Rotary in Changwon city (a) GPS (b) A-GPS (c) Cell-ID



(a)



(b)



(c)

그림 7. T-MAP을 이용한 위치측정결과(창원시 진해 제황산 공원)
 (a) GPS (b) A-GPS (c) Cell-ID
 Fig. 7 Positioning results using T-MAP at Jinhwa Jehwangsan Park in Changwon city (a) GPS (b) A-GPS (c) Cell-ID

또한 건물 격벽 안쪽에서 수신할 때에는 Cell-ID 기법에 의해 250~410m 정도의 오차가 포함된 위치 측정 결과가 수신되었다.

실외에서는 GPS에 의해 10 m 내외로 언제, 어디서든, 어떤 용도로든 신뢰가 가능하지만 실내에서는 수십 미터에서 수백 미터 수준으로 신뢰도가 떨어져 측정 위치를 보완하기 위한 방법이 필요하다.

IV. 측위 개선방안

III 장에서 측정한 결과를 종합하여 분석하면 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

표 1과 같은 결과를 보면 현재의 위치기반서비스가

일반적인 서비스에서는 문제점이 없다고 보이지만 재해·재난 등 긴급구조서비스나 위험신호 송신하는 각종 안전서비스에서는 다소 부족하여 현재의 서비스보다 더욱 정확한 위치서비스가 요구된다.

표 1. 위치 측정결과 분석
Table. 1 An analysis of positioning results

구분	오차범위	가용성	문제점
GPS	10m내외	○	실내 이용 불가
A-GPS	50~65m	△	실내 일부 가능 안전서비스 제한
Cell-ID	250~410m	×	실내 이용 제한 안전서비스 불가

따라서 다음과 같은 개선방안이 필요하다.

첫째, GPS 시스템을 이용하고 있는 위치기반서비스를 GNSS 시스템으로 확대하여 GLONASS, GALILEO, COMPASS, QZSS 등 많은 위성을 이용함으로써 DOP (Dilution of Position) 향상 및 도심 건물 등에 의한 음영 구역을 최소화해야 한다.

둘째, 실내 측위 기법을 현재에 Cell-ID 기법에서 무선통신 인프라를 이용한 기법으로 개선해야 한다.

실내 측위에 적용 가능한 기술로는 무선 LAN(WiFi), IMES, 적외선 통신, RFID, UWB, Bluetooth 등 다양한 방식이 제안되고 있다. 특히 가장 효과적인 방법으로는 주변 기지국, WiFi AP 등 무선통신 인프라들을 활용한 측위기술[12]로 판단되며, 이 기술은 무선통신 인프라 위치 DB 구축기술이 필요하다. 무선통신 인프라 데이터베이스화가 구축되면 20m 수준으로 서비스가 가능할 것으로 판단된다.

셋째, 웹 지도 정보의 정확도를 높이는 것이다. 웹 지도 서비스는 인터넷 웹 서비스와 GIS(Geographic Information System)를 연동하여 지리 공간정보를 포함한 교통, 문화, 관광정보 등 다양한 부가정보를 제공하는 인터넷 서비스[13]로써 정보의 정확도 및 지속적인 업데이트가 필수적이다.

또한 특정지역에서는 실내지도를 추가적으로 제작하여 현재의 지도와 함께 운용함으로써 실내에서도 이용 신뢰도를 향상시키는 것이다.

넷째, 위치기반서비스의 신뢰도를 알려주는 서비스를 병행하는 것이다.

GNSS, Wifi AP, Cell-ID 등 다양한 방법으로 이용할 경우, 현재 이용되고 있는 기법에 따라 사용자가 바로 확인 가능하도록 신뢰도를 위치측정기법과 정보의 정확도에 따라 위험 < 경고 < 주위 < 신뢰, 4개 단계로 그림 8과 같이 구분하여 알려 주는 것이다.

또한 긴급구조 시는 반드시 GPS on/off 상태와 WiFi on/off 상태를 알려 줌으로써 신뢰도를 사용자가 실시간 알 수 있도록 유지하는 것이다.

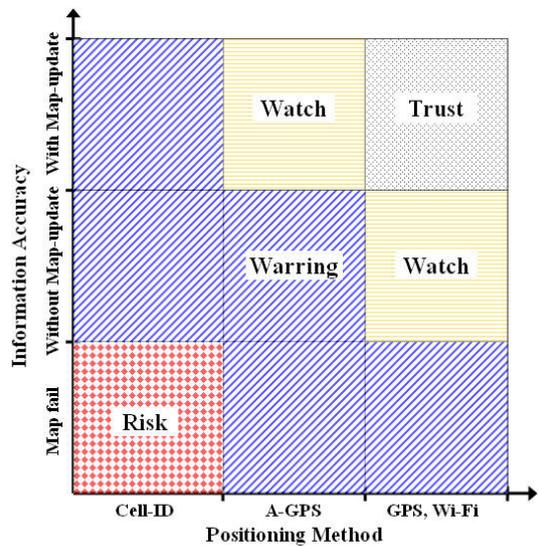


그림 8. 위치측정기법과 정보 정확도에 따른 신뢰도
Fig. 8 Reliability of a measure with positioning method and information accuracy

V. 결론

최근 무선인터넷과 스마트 폰의 확산으로 위치기반 서비스가 차세대 유망 서비스로 각광받고 있다. 이러한 위치기반서비스의 가장 핵심기술인 위치 측정 기술에 대하여 여러 방법을 분석해 보고 최신 스마트폰을 이용하여 위치를 측정할 결과 수십에서 수백 미터 정도의 오차를 불러왔다.

긴급구조, 응급구조 등 각종 주요 서비스를 확대하고자 할 경우에는 정확한 위치서비스가 필수적이라 할 수 있어 오차를 최소화하기 위한 방법이 필요하다.

따라서 스마트폰의 위치 측정결과를 토대로 다음과 같은 개선방안을 도출하였다.

첫째, GPS 시스템을 이용하고 있는 위치기반서비스를 GNSS 시스템으로 확대하는 것이다.

둘째, 실내 측위 기법을 현재의 Cell-ID 기법에서 무선통신 인프라를 이용한 기법으로 개선하는 것이다.

셋째, 웹 지도 정보의 정확도를 높이는 것이다.

넷째, 위치기반서비스의 신뢰도를 알려주는 서비스를 병행하는 것이다.

REFERENCES

- [1] Doopedia, "Location Based Service". Available: <http://www.doopedia.co.kr>.
- [2] Korea Internet & Security Agency, "LBS Trend Issue", Technical Report, 2011.
- [3] Mikkel Baun Kiaergaard, "Location-Based Services on Mobile Phones: Minimizing Power Consumption", *IEEE Prevasive Computing*, vol.11, no.1, pp. 67-73, 2012.
- [4] Jochen Schiller, Agnes Voisard, *Location-Based Service*, Elsevier, 2004.
- [5] Paul D. Groves, *Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems*, Artech House, Boston London, 2008.
- [6] C. C. Choi and K. S. Ko, "A Study on the DOP Improvement using Hybrid Satellite Navigation System", *J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng.*, vol. 15, no. 9, pp. 2045-2049, Sep. 2011.
- [7] Ahmed El-Rabbany, *Introduction to GPS*, 2nd ed., Artech House, Boston London, 2006.
- [8] Thomas J. Cutler, *Dutton's Nautical Navigation*, 15th ed., U.S. Naval Institute, 2011.
- [9] C. M. Choi, "Positioning Methods of Location-Based Service", in *Proceedings of Korea Inst. Inf. Commun. Eng.*, pp. 297-298, May 2014.
- [10] Dharma Prakash Agrawal, Qing-An Zeng, *Introduction to Wireless & Mobile Systems*, 3rd ed., Cengage Learning, 2011.
- [11] SK Planet, "Location-Based Service T-MAP", Available: <http://www.skplanet.com>.
- [12] Y. S. Cho, M. Ji, Y. Lee, S. Park, "WiFi AP position estimation using contribution from heterogeneous mobile devices", in *Proceedings of IEEE Position Location and Navigation Symposium*, pp. 562-567, Apr. 2012.
- [13] J. Y. Choi and Y. J. Chung, "Design and Implementation of Mobile Web Map Service", *J. Korean Soc. for Int. Inf.*, vol. 6, no. 5, pp. 97-110, Otc. 2005.



최창묵(Chang-Mook Choi)

1996년 해군사관학교 기계공학과 공학사
 2001년 군사과학대학원 해양공학과 공학석사
 2008년 한국해양대학교 전파공학과 공학박사
 2008년 ~ 현재 해군사관학교 교수
 ※관심분야: 전파/위성항법, 전파흡수체 개발