

1 포인트 드래그 연동 스마트 터치 제어용 다이내믹 모터 개발

김희철*

Development of a Dynamic Motor on Smart Touch Control of one Point Linkage drag

Hee-Chul Kim*

요 약

교육용 로봇은 과학의 기초 원리를 배우고 과학적 창의성을 키우는 것에 효과적인 교육 도구로 소개되면서 방과 후 학습에 적용되어 과학 교육을 위한 교육용 키트의 구성이 바뀌고 있다. 중소기업을 중심으로 과학적 창의성을 키우는 도구로서 다양한 교육용 로봇 기술과 학생들을 위한 다양한 범주의 게임로봇기술이 개발되고 있고, 기존의 mp3 음악이나 e-Learning 콘텐츠의 제공과 같이 로봇용 전문콘텐츠를 다운받아 학습에 활용하는 기술을 개발 중에 있으나 아직 전문 커뮤니티 형성이 미흡한 편이다. 현재는 사용자가 손쉽게 제어가 가능한 인터페이스 모듈용 모터가 개발이 되어있지 않아 1포인트 드래그 연동 스마트터치 제어용 다이내믹 모터 개발이 필요하다.

ABSTRACT

Educational robot was introduced as an effective educational tool is to foster scientific creativity and learn the basic principles of science are applied to change the configuration of the educational after-school learning kits for science education . SMEs as a tool to foster scientific creativity center and a variety of educational robot technology and the wide range of games for students and robotic technology development , existing e-Learning by downloading mp3 music or learning content for the robot , such as the provision of specialized content Although the technology is still being developed to take advantage of the professional community formation is insufficient side. Currently, one-point linkage drag Smart Touch control dynamic motor development does not need this motor development is possible for users to easily.

키워드

Dynamic Motor, Smart Motor, Education Motor, Robot Motor, Controller Motor
다이내믹 모터, 스마트 모터, 교육용 모터, 로봇 모터, 컨트롤러 모터

1. 서 론

교육용 로봇시장은 최근 과학의 기초 원리를 배우고 과학적 창의성을 키우는데 효과적인 교육 도구로

소개되면서 방과 후 학습에 적용되어 과학 교육을 위한 교육용 키트의 구성이 바뀌고 있다. 중소기업을 중심으로 과학적 창의성을 키우는 도구로서 다양한 교육로봇 기술과 학생들을 위한 다양한 범주의 게임로

* 교신저자(corresponding author) : 광주대학교 컴퓨터공학과(jaziri@daum.net)
접수일자 : 2015. 01. 26

심사(수정)일자 : 2015. 03. 13

게재 확정일자 : 2015. 03. 23

봇기술이 개발되고 있고, 기존의 mp3 음악이나 e-Learning 콘텐츠의 제공과 같이 로봇용 전문콘텐츠를 다운받아 학습 등에 활용하는 기술을 개발 중에 있으나 아직 전문 커뮤니티 형성은 미흡한 편이다.

본 기술개발 내용은 1포인트 드래그 연동 스마트 터치 제어용 다이내믹 모터를 이용한 모바일로봇 제어 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 컨트롤러의 디스플레이부에 모바일 로봇의 형상이 3차원 가상 영상 터치 및 드래그 동작에 의해 가상영상으로 표시된 가상 로봇을 눈으로 사용자가 확인하면서 손쉽게 자유롭게 동작시키고 터치스크린의 입력으로 구현된 가상 모바일 로봇의 동작이 실제 로봇 완구에서 그대로 재현될 수 있도록 구성하여 사용자에게 조작을 쉽게 하는데 큰 목적이 있다[1-2].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구를 제시하며, 3장에서는 스마트제어용 다이내믹 모터 설계 및 제작 4장에서는 제안된 모터의 성능 및 알고리즘을 제시하며, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구방안으로 마무리한다.

II. 관련연구

2.1. 스마트제어용 어플제작

스마트 터치를 이용한 1 Point 드래그 모터 개발은 안드로이드 기반 어플을 스마트폰에서 제어가 가능하도록 그림 1에서 인터페이스 설계 및 TEST용의 어플을 개발한다.

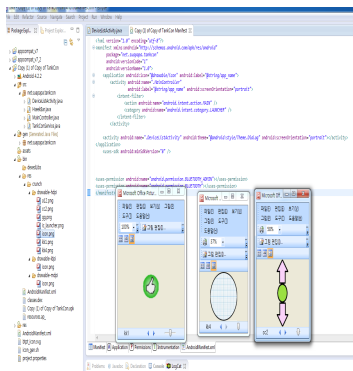


그림 1. 인터페이스 설계 어플
Fig. 1 Interface applications

- 어플 주요 소스

```
public class DeviceListActivity extends Activity {
    // Debugging
    private static final String TAG =
        "DeviceListActivity";
    private static final boolean D = true;

    // Return Intent extra
    public static String EXTRA_DEVICE_ADDRESS =
        "device_address";

    // Member fields
    private BluetoothAdapter mBtAdapter;
    private ArrayAdapter<String>
        mPairedDevicesArrayAdapter;
    private ArrayAdapter<String>
        mNewDevicesArrayAdapter;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);

        // Setup the window
        :
        :
        Button scanButton = (Button)
        findViewById(R.id.button_scan);
        scanButton.setOnClickListener(new
        OnClickListener() {
            public void onClick(View v) {
                doDiscovery();
                v.setVisibility(View.GONE);
            }
        });

        // Initialize array adapters. One for already
        paired devices and
        // one for newly discovered devices
        mPairedDevicesArrayAdapter = new
        ArrayAdapter<String>(this, R.layout.device_name);
        mNewDevicesArrayAdapter = new
        ArrayAdapter<String>(this, R.layout.device_name);

        // Find and set up the ListView for paired
        devices
        ListView pairedListView = (ListView)
        findViewById(R.id.paired_devices);
        pairedListView.setAdapter(mPairedDevicesArrayAdap
        ter);

        :
        :

        mNewDevicesArrayAdapter.add(device.getName() +
        "\n" + device.getAddress());
    }
}
```

```

// When discovery is finished, change the
Activity title
} else if
(BluetoothAdapter.ACTION_DISCOVERY_FINISHED.
equals(action)) {

setProgressBarIndeterminateVisibility(false);
setTitle(R.string.select_device);
if
(mNewDevicesArrayAdapter.getCount() == 0) {
String noDevices =
(getResources()).getText(R.string.none_found).toString();

mNewDevicesArrayAdapter.add(noDevices);
}
}
}
end
    
```

2.2. 다이내믹모터 구성품 및 하드웨어 설계

모터의 회전수를 감지할 각도 제어용 센서 구성은 다음 그림 2와 하드웨어의 회로 구성은 그림 3과 같다.

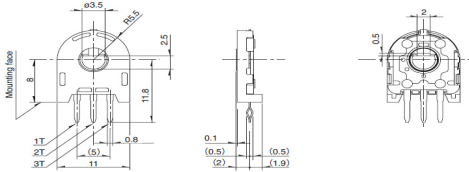


그림 2. 다이내믹 모터 구성
Fig. 2 Dynamic motor configuration

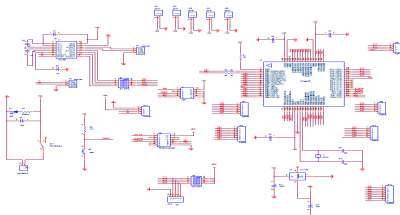


그림 3. 회로구성
Fig. 3 Circuit configuration

2.3. 다이내믹 모터의 내부 감속기 사양

다이내믹 모터의 내부 감속기 사양은 유성 감속기가 적용된 모터를 선정하여 크기에 비해 높은 감속기와 내구성을 유지, 또한 낮은 전압의 모터를 적용하여

전전지를 사용하여도 사용이 가능하다. 모바일기기에 적합한 모터로 정격 전압은 6/12V, 정격 토크는 20-cm, 정격 회전수는 4,800rpm, 무부하 전류는 34mA이다. 그림 4에서 드래그모터의 도면과 표 1의 모터사양을 보여주었고 그림 5의 모터토크를 그래프로 도식하였다[3-4].

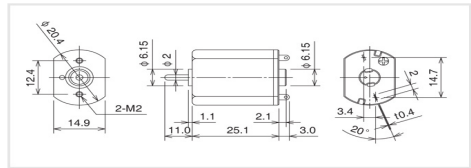


그림 4. 드래그 모터 도면
Fig. 4 Drag motor drawing

표 1. 모터 사양
Table. 1 Motor specifications

Rated Voltage (V)	No Load Speed (min ⁻¹)	No Load Current (mA)	Rated Load (g·cm)	Rated Load (mNm)	Rated Load Speed (min ⁻¹)	Rated Load Current (mA)	Starting Torque (g·cm)	Starting Torque (mNm)	Starting Current (mA)	Shaft Length (mm)
6.0	6,000	32	20.0	1.96	4871	165	88.5	6.71	487	
12.0	12,000	32	20.0	1.96	4871	165	88.5	6.71	487	

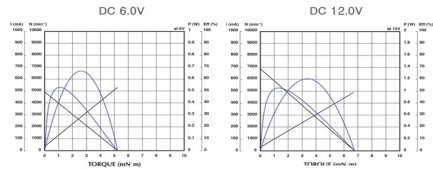


그림 5. 모터 TORQUE(mN-m)
Fig. 5 Motor TORQUE

III. 스마트 제어용 다이내믹 모터 설계 및 제작

3.1. 시제품 제작을 위한 모터 구성품 기구설계

스마트 연동 다이내믹 모터의 성능 시험은 해당 기관의 측정에 어려움이 있어 자체 성능 테스트를 하였고, 회전 각도측정은 다음 사양을 기준으로 하여 모터의 엔코더 센서를 연동 제어하여 측정 하였다. 정격 전압 : 6/12V, 정격 토크 : 20-cm, 정격 회전수 : 4,800rpm, 무부하 전류 : 34mA로 DC 모터에 장착된 엔코더 센서를 부착한다. 모터의 회전율을 계산하여 4,800rpm기준으로 1~1024 AD값을 계산하여 모터의

회전 각도를 제어하고, 360도 회전시 AD값은 0.3ms 펄스값을 얻어 회전의 값을 얻고, 90도의 회전시 AD 값은 11.37ms 펄스값을 얻어 회전의 각도를 제어. 180도 회전시 AD값은 0.175ms 펄스값을 얻어 회전의 각도를 제어한다. 각종의 동작상태는 그림 6, 7, 8, 9, 10, 11에서 보여준다[5-7].

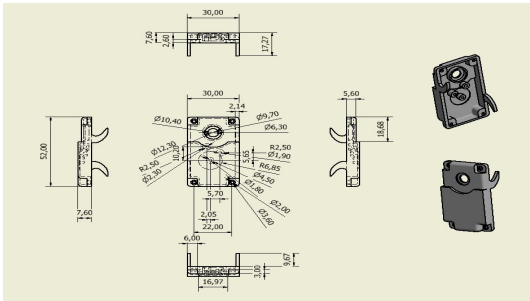


그림 6. 모터 캡 좌측 부분
Fig. 6 Left side motor cap

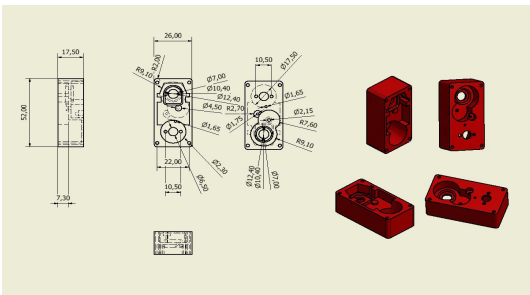


그림 7. 모터 캡 중간 부분
Fig. 7 The middle of the motor cap

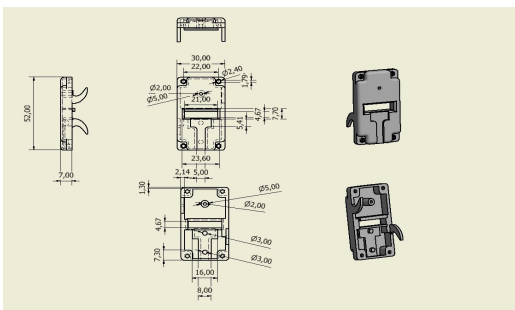


그림 8. 모터 캡 우측부분
Fig. 8 Motor cap right side

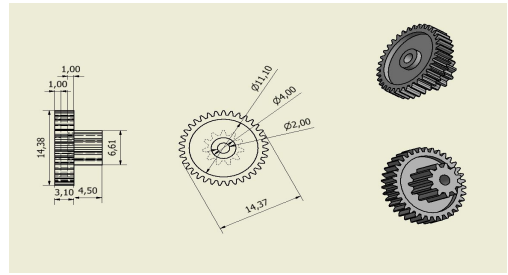


그림 9. 모터 기어
Fig. 9 Motor gear

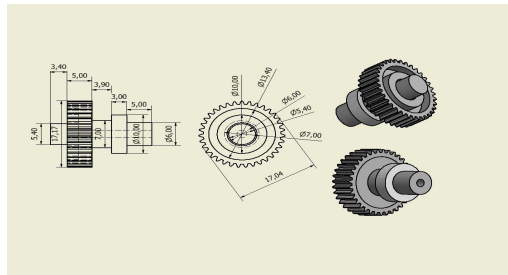


그림 10. 모터 센서 부분 조립기어
Fig. 10 Sensor assembly gear motor parts

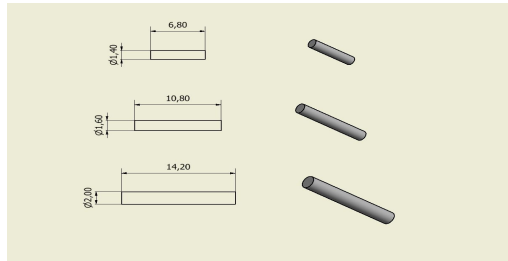


그림 11. 모터 축 1, 2, 3
Fig. 11 Motor shaft 1, 2, 3

3.2. 시제품 제작 및 구동

3.2.1 Torque

개발 목표값인 17.6kg-cm기준을 달성하기 위하여 내부에 유성기어를 장착하고, 모터의 토크 계산은 물체가 정지 상태로 부터 일정한 속도로 이동한 경우로 다음 그림 12와 같은 속도 프로파일을 사용 하였다 [8].

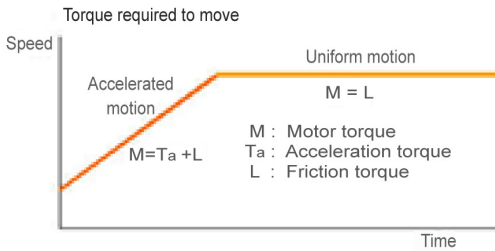


그림 12. 토크
Fig. 12 Torque

Ta는 가속 토크이고 L은 마찰부하 토크로 각각의 계산은 다음의 공식에 의하여 이루어진다.

$T_a = J / g \times 2\pi f / t$ T_a : 가속토크(kg·cm), J : 부하관성 모멘트(kg·cm²), g: 중력가속도(980cm/sec²)
 $J = WD^2 / 8 f$: Wheel의 등속회전속도(rev/sec), t : 가속 시간(sec), W : 로봇의 전체중량(kg)

$L = \mu WD / 4$ μ : 마찰계수(보통 0.1), D : Wheel Diameter(cm)이다.

측정을 위하여 기어 비 적용이 안된 상태에서 값을 기준으로 하면 W(중량) : 0.15kg, D(Wheel Diameter) : 2.6cm, f(Wheel의 등속회전속도) : 42.87 rev/sec (3.5m/s 목표), t(가속시간) : 0.4375 sec (가속도 8m/s/s, 최고속도 3.5m/s로, $J = WD^2 / 8 = 0.15 \times 2.6 \times 2.6 / 8 = 0.12675$ (kg·cm²), $T_a = J / g \times 2\pi f / t = 0.12675 / 980 \times 2 \times 3.14 \times 43 / 0.4375 = 0.08$ (kg·cm), $L = \mu WD / 4 = 0.1 \times 0.15 \times 2.6 / 4 = 0.01$ (kg·cm), 여기서 가속시간과 등속시간의 필요한 토크는 아래와 같이 된다.

$T_a + T_m$ (가속) = 0.08 + 0.01 = 0.09 (kg·cm) = 8.82 (mNm) [1 (kgf·cm) = 98 (mNm)], T_m (등속) = 0.01(kg/cm) = 0.98 (mNm), 가속시 약 9 mNm 정도의 토크와 등속시 약 1mNm 정도의 토크가 필요하다.

모터 하나당 Stall Torque 약 5 mNm, Nominal Torque 약 0.5 mNm, 안전계수 1.6배 정도 하면 8 mNm, 0.8 mNm로 3단 기어 스테이지의 효율을 약 60% 정도 예측하여 기어 비 60 : 1 로 만들면 개발 목표치가 된다.

3.3. 통신속도

통신속도는 다이내믹 모터를 제어하기 위한 통신 방식을 나타내며, 통신은 시리얼 통신을 기준으로 설

정 하여, 기본적으로 마이크로컨트롤러의 사양에 준하여 개발 하였다. 개발 목표치인 38,400bps 설정하여 시험 테스트 하였다

표 2. 모터 사양
Table 2. Motor specifications

Baud Rate (bps)	f _{clk} = 8.0000 MHz				f _{clk} = 11.0592 MHz				f _{clk} = 14.7456 MHz			
	U2X = 0		U2X = 1		U2X = 0		U2X = 1		U2X = 0		U2X = 1	
	UBRR	Error	UBRR	Error	UBRR	Error	UBRR	Error	UBRR	Error	UBRR	Error
2400	207	0.2%	416	-0.1%	287	0.0%	375	0.0%	383	0.0%	767	0.0%
4800	100	0.2%	207	0.2%	143	0.0%	287	0.0%	191	0.0%	383	0.0%
9600	51	0.2%	103	0.2%	71	0.0%	143	0.0%	95	0.0%	191	0.0%
14.4k	34	-0.8%	66	0.6%	47	0.0%	95	0.0%	63	0.0%	127	0.0%
19.2k	25	0.2%	51	0.2%	35	0.0%	71	0.0%	47	0.0%	95	0.0%
25.9k	16	2.1%	34	-0.8%	23	0.0%	47	0.0%	31	0.0%	63	0.0%
38.4k	12	0.2%	25	0.2%	17	0.0%	35	0.0%	23	0.0%	47	0.0%
57.6k	8	-3.5%	16	2.1%	11	0.0%	23	0.0%	15	0.0%	31	0.0%
76.8k	6	-7.0%	12	0.2%	8	0.0%	17	0.0%	11	0.0%	23	0.0%
115.2k	3	8.0%	8	-3.5%	5	0.0%	11	0.0%	7	0.0%	15	0.0%
230.4k	1	8.5%	3	8.5%	2	0.0%	5	0.0%	3	0.0%	7	0.0%
250k	1	0.0%	3	0.0%	2	-7.8%	5	-7.8%	3	-7.8%	6	5.3%
0.5M	0	0.0%	1	0.0%	—	—	2	-7.8%	1	-7.8%	3	-7.8%
1M	—	—	0	0.0%	—	—	—	—	0	-7.8%	1	-7.8%
Max(1)	0.5 Mbps	—	1 Mbps	—	691.2 kbps	—	1.3824 Mbps	—	921.6 kbps	—	1.8432 Mbps	—
1. UBRR = 0, Error = 0.0%												

8Mhz에서 데이터 통신을 하였을 경우 0.2%의 데이터 송신 에러가 발생 확률이 있어 14.7456Mhz에서의 38.4K설정은 에러율이 0.0%으로 확인 되어 통신 에러율을 최소화 하였고 에러율 계산식은 다음 식(1) 같다.

$$\text{Error}[\%] = \left(\frac{\text{BaudRate}_{\text{Closest Match}}}{\text{BaudRate}} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (1)$$

3.4. 동작 펌웨어 다운로드 속도 측정

모터를 구동하기 위한 펌웨어 다운로드 속도는 자체 다음과 같은 방법을 사용하여 측정하고, 측정 펌웨어를 만들어 컴퓨터에서 마이콤을 연결하여 전송했을 때의 시험을 측정 하였다.

그림 13은 다운로드를 위한 기본 설정이고 그림 14는 통신속도 향상을 위한 57600bps로 설정 하여 측정 한 결과 값이다.

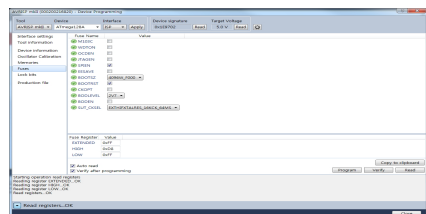


그림 13. 펌웨어 다운로드
Fig. 13 Firmware download

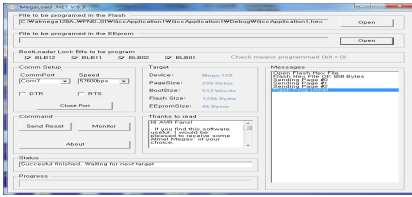


그림 14. 펌웨어 속도 측정
Fig. 14 Firmware speed measurement

IV. 결론

본 연구를 통해 스마트 연동을 위한 초기 단계로 다이내믹 모터를 개발 하였으며, 모터 감속제어방법, 스마트 연동시험을 하여 회사가 보유하고 있는 기술을 성능을 한층 더 향상 시켜, 교육용 로봇시장에 다양한 로봇을 개발하여 출시 할 수 있는 기회를 만들고 정밀센서를 이용한 모터의 회전수를 측정하여 사용자가 원하는 만큼 회전시키는 기술을 보유하게 된다. 교육용 로봇산업 분야는 현 엔터테인먼트 로봇 시장의 주력을 이루고 있다. 이는 국내의 교육열기와 관련이 있고, 미래 꿈나무인 유년시절부터 기술인 양성에 큰 도움이 될 것으로 본다.

감사의 글

이 연구는 2014년도 광주대학교 대학 연구비의 지원을 받아 수행되었음

참고 문헌

[1] S. Ko, "Android Platform Trend," *Communications of the Korea Contents Association review*, vol. 8, no. 2, June 2010, pp. 45-49.
 [2] H. Huh and J. Lee, "A Study on Development of H8 MCU IDB(Integrated development board) for Embedded Education," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 4, no. 1, 2009, pp. 51-57.
 [3] L. Yuan, H. Feng-you, and W. Feng "Nominal Model-Based Control for Permanent Magnet Synchronous Motor," 2009 *Int. Conf. on*

Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, vol. 2, 2009, pp. 343-346.

[4] S. Moon, Y. Kim, H. Myeong, C. Kim, N. Cha, and D. Kim, "Implementation of smartphone environment remote control and monitoring system for Android operating system-based robot platform," *2011 8th Int. Conf.*, Incheon, South Korea, Aug. 2011, pp. 211-214.
 [5] J. Jung, "Contextualized mobile recommendation service based on interactive social network discovered from mobile users," *Expert Systems with Applications*, vol. 36, no. 9, 2009, pp. 11950 - 11956.
 [6] Vinh Quang La, "A study on Java Virtual Machine for Real-time embedded systems", CSSE, 2008.
 [7] Y. Oh, O. Cho and E. Kim, "Design of 3D Ship Display System using Android", *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 5, 2012, pp. 1011-1016.
 [8] Y. Jung, "Input Ripple Current Formula Analysis of Multi-Stage Interleaved Boost Converter," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 6, 2011, pp. 865-871.

저자 소개



김희철(Hee-Chul Kim)

1990년 조선대학교 대학원 컴퓨터 공학과 공학석사
 2003년 조선대학교 대학원 컴퓨터 공학과 공학박사

1982년~1985년 육군통신장교 중위 전역

현재 광주대학교 컴퓨터공학과 교수

2012년~현재 광주광역시 사회적기업 네트워크 운영위원

2012년~현재 광주광역시 지방건설기술심의회 평가위원

2013년~현재 전라남도 지방건설기술심의회 평가위원

※ 관심분야 : 임베디드시스템, 로봇틱스, 태양광, IoT/사물인터넷, 네트워크 설계 및 분석