

공리적 접근을 이용한 모듈러 모바일 폰의 개념 설계

차성운*, 김민수#, 이경수**

Concept Design of Modular Mobile Phone using Axiomatic Approach

Sung Woon Cha*, Min Soo Kim# and Kyung Soo Lee**

ABSTRACT

Design structure of a mobile phone has been changed to a converged style, which has so many functions. However, the converged mobile phone could not satisfy the users who want to use only specific functions, so with Axiomatic Design, we have studied for making a proposal to set up the new concept. The goal of this study is to derive a general solution with Axiomatic Design to verify the Independence. By enhancing the existing design model and differentiating the function of mobile phone, user will be able to choose desirable products, which have only specific functions and/or specific parts. First of all, we checked the Independence about the existing design model. Then, we developed the new design model with the idea that base mobile phone should have basic functions and additional functions can be separated, surely be connected when users want.

Key Words: Axiomatic Design(공리설계), Modular Mobile Phone(모듈러 모바일 폰), Design Matrix(설계행렬), New Form Factor(신 형태인자), Design Model(설계모델), Modular Linking Device(모듈러 연결장치)

1. 서론

점차 성숙기에 접어 들고 있는 모바일 폰(Mobile Phone)은 서로 다른 고객의 요구사항을 만족시키기 위하여 다양한 제품의 형태가 출시되고, 제품의 글로벌화로 인해 생산수량도 계속적으로 증가하고 있다. 특히, 현재 출시되고 있는 다양한 형태의 제품들은 기능적 측면뿐만 아니라 디자인적 측면이 강조되고 있는데, 이런 이유로 디자인 결정에 중요한 역할을 수행하는 기구설계 부분의 역할도 그 중요성이 날로 높아지고 있다.

현재의 모바일 폰의 제품개발은 제품기획을 시작으로 디자인, 기구, HW 및 SW 설계를 거쳐 생산에 이르는 기본적인 프로세스를 준수하고 있다. 이 프로세스를 기반으로 개발 업체들은 품질 향상과 개발비 절약, 일정 단축 등을 목표로 새로운 제품을 계속적으로 개발, 생산하고 있으며, 이런 환경 속에서 업체들간의 치열한 경쟁이 끊임없이 이루어지고 있다. 이 경쟁에서 살아남고자, 모바일 폰 업체들은 다른 업체의 제품과 비교우위를 점할 수 있는 차별화된 새로운 제품을 개발하기 위하여 노력하고 있으며, 그 일환으로 소비자가

☞ 접수일: 2005년 9월 28일; 게재승인일: 2006년 3월 3일

* 연세대학교 기계공학부

교신저자: 연세대학교 대학원 기계공학과

E-mail minsoo@yonsei.ac.kr, Tel: (02)2123-3855

** 연세대학교 대학원 기계공학과

원하는 모바일 폰의 새로운 기능과 형태에 대한 연구를 활발히 진행하고 있다. 이 결과 최근에는 모바일 폰의 기본 기능인 휴대성과 통화성능을 기반으로 하여 천차만별인 소비자의 요구를 충족시키기 위하여 고화소 카메라뿐 아니라 MP3, 라디오, 외장 메모리, 심지어 게임기까지 내장하고 있고, 특화된 목표 시장을 위해서 웰빙-폰, 음주측정-폰, 레저-폰 등 새로운 시도도 이루고 지고 있다.

이와 같이 현재 생산되고 있는 대부분의 모바일 폰들이 수많은 기능들을 내장하고 있지만, 실제로 대부분의 소비자들은 자신들이 원하는 기능만을 사용하고 그 이외의 기능은 사용하지 않는 경우가 많다. 또, 모바일 폰의 기본적인 기능만을 원하는 소비자들도 어쩔 수 없이 원치 않는 기능이 포함된 제품을 선택할 수 밖에 없는 실정이다.

본 연구에서는 모바일 폰의 다기능화로 나타나고 있는 불필요한 기능들을 최소화하고, 소비자 역시 자신이 원하는 기능만이 포함된 모바일 폰을 선택할 수 있는 새로운 개념의 모바일 폰을 제안하고자 한다. 우선 공리설계를 이용하여 기존의 제품에 대한 평가 및 분석을 수행하고, 그 결과를 바탕으로 하여 새로운 모델인 모듈러 폰을 공리설계를 이용하여 설계하였다. 또 도출된 설계안에 따른 새로운 개념의 모바일 폰인 모듈러 폰을 3-D CAD 프로그램을 통하여 구현하였다.

2. 공리설계

2.1 공리설계

공리설계는 공리설계의 두 가지 공리인 ‘독립공리’와 ‘정보공리’를 이용하여 제품설계나 공정설계 나아가 소프트웨어, 조직 등 다양한 분야에도 적용할 수 있는 기본적 설계방법론이다.^{1, 2, 7} 특히, 새로운 제품에 대한 개념설계 단계에서 설계자는 공리설계의 적용을 통하여 설계 시 나타나는 인자들의 상호연관성을 설계행렬을 통해 확인할 수 있고, 이 설계행렬을 통하여 설계자는 올바른 설계안에 대한 방향을 제시 받을 수 있다. 또, 기존의 설계안 및 제품에 공리설계를 적용함으로써 기존의 제품에 대한 분석 및 평가도 할 수 있다.

공리설계에는 소비자 영역, 기능영역, 물리영역 그리고 공정영역 이라는 4 가지의 영역이 존재하고, 이 영역들 간의 사상을 통하여 설계의 모든 과정이 이루어진다. 여기서 제품설계는 기능영역과 물

리영역의 사상(물리적 사상), 그리고 공정설계는 물리영역과 공정영역의 사상(공정적 사상)에 의해 이루어진다. (Fig. 1)³⁻⁶

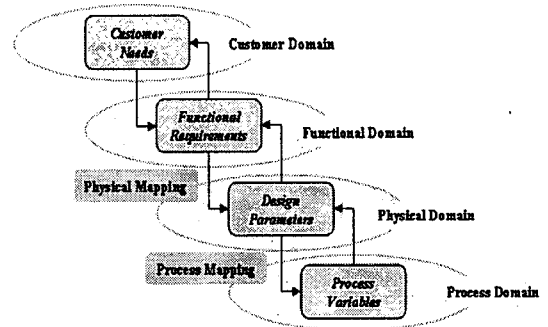


Fig. 1 Design domains and design process mapping in Axiomatic Design

2.2 시스템 플로우 다이어그램

공리설계에서는 FRs 와 DP's 의 모듈화를 통하여 제안된 설계안에 대한 시스템 플로우 다이어그램(System Flow Diagrams)을 나타낼 수 있다. 이 시스템 플로우 다이어그램은 수식화된 설계방정식을 시각화함으로써 시스템의 전반적인 흐름 및 분석을 용이하게 한다. (Fig.2)²

공리설계의 시스템 플로우 다이어그램은 각각의 모듈들을 3 가지의 교차점(Junction)인 ㉞, ㉟ 그리고 ㉠와 연결하여 나타낸다. 여기서 ㉞은 제어 교차점(Control Junction)으로서 모듈간 설계가 비연성화설계(Decoupled Design)임을, ㉟는 합교차점(Summing Junction)으로서 모듈간 설계가 비연성설계(Uncoupled Design)임을 나타낸다. 이밖에 ㉠는 피드백교차점(Feedback Junction)으로서 모듈간 설계가 연성설계(Coupled Design)임을 나타낸다.²

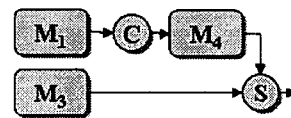


Fig. 2 System flow diagram

Fig. 2 는 본 논문에서 사용된 시스템 플로우 다이어그램의 일부를 나타낸 것이다. 여기에서 M₁ (Module 1)과 M₄ (Module 4)는 제어 교차점㉞에 의해 결합되어 있고, 이 M₁, M₄ 의 결과와 M₃ (Module 3)가 또한 합교차점 ㉟에 의해 결합되어 있다. 이것은 M₄ 가 수행되기 전에 M₁ 이 반드시

선행되어야 하고, 이 결과가 수행된 후 M₃와 결합될 수 있음을 나타낸다. 독립 공리를 만족할 경우 피드백 교차점 ①은 나타나지 않는다.

3. 공리설계 이용한 기존 모델의 분석

3.1 모바일 폰 설계 프로세스

일반적인 제품설계와 마찬가지로 모바일 폰의 설계도 제품의 기획, 설계, 검증 그리고 양산하는 단계를 거친다. 특히, 고객의 요구사항이 다양하면 다양할 수록, 제품의 기획단계에서는 다양한 소비자의 요구사항을 만족시키기 위하여 제품의 제안된 조건하에서 가능한 한 많은 기능을 제품에 통합하여 기획한다. 하지만 모든 기능의 통합은 사용자에게 통합된 기능을 한번에 휴대하는 장점을 제공하지만 불필요하다고 생각되는 기능을 휴대하게 되는 단점도 발생하게 된다.

3.2 기존 모바일 폰의 분석

기존 모바일 폰의 분석을 위하여 공리설계를 적용하였다. 현재 생산되고 있는 대부분의 모바일 폰은 기본적으로 카메라 기능을 포함하고 있으므로, 분석 대상은 고성능 카메라 기능이 기본적으로 포함되고, 2 가지 이상의 특별한 기능(MP3, 대형 LCD, 대형 메모리, 라디오, 게임기 등)이 덧붙여진 모바일 폰으로 결정하였다. 기능요구사항 (FRs: Functional requirements)의 선정에 있어서 다양한 기능들은 통합하여 하나의 FR(FR₈)로 결정하였고, 카메라 기능은 별도의 FR(FR₇)로 선정하였다. 선정된 FRs와 DPs는 다음과 같다.

- FR₁: Have a Data Storage Device
- FR₂: Have a Mobile Communication Module
- FR₃: Have an Audio Module
- FR₄: Have a Display Device
- FR₅: Have a Logic Circuit
- FR₆: Have a Data Communication Module
- FR₇: Have a Camera Specification
- FR₈: Have an Application Specification

- DP₁: Memory
- DP₂: RF (Radio Frequency), Antenna
- DP₃: Speaker & Microphone
- DP₄: LCD (Liquid Crystal Display)

- DP₅: Logic Circuit & Sensor
- DP₆: IO (Input Output) Connector, Earjack
- DP₇: Full Option Camera
- DP₈: Applications Assigned Keys

Design Parameters / Functional Requirements		1	2	3	4	5	6	7	8
		Memory	RF (Radio Frequency), Antenna	Speaker & Microphone	LCD (Liquid Crystal Display)	Logic Circuit & Sensor	IO (Input Output) Connector, Earjack	Full Option Camera	Applications Assigned Keys
1	Data storage Device	X				X		X	
2	Mobile Communication Module		X						
3	Audio Module			X		X	X		
4	Display Device	X			X	X			
5	Logic Circuit	X		X	X	X		X	
6	Data Communication Module	X				X	X		
7	Camera Specification	X			X	X		X	
8	Application Specification	X			X	X		X	X

Fig. 3 Design matrix for existing design model

Fig. 3은 선정된 FRs와 DPs를 통한 설계모델로서 다양한 기능이 한 제품에 집중됨으로써 연성설계를 피할 수 없음을 볼 수 있다. 즉, FR₁(데이터 저장장치)은 DP₁(메모리)뿐만 아니라 DP₅ 및 DP₇과 관련이 있는데, 데이터 저장장치는 논리회로와 카메라를 위한 회로를 거치지 않고는 작동될 수 없음을 의미한다. FR₃(오디오 모듈)은 DP₅ 및 DP₆와 관련이 있는데, 오디오 모듈에 포함되는 멜로디 IC와 같은 멀티 화음용 스피커 기능은 논리회로를 반드시 거쳐야 하고 외부 스피커나 이어폰은 이어잭 회로를 거쳐야 하기 때문이다. FR₄도 논리회로를 필요로 하고 FR₅도 마찬가지로 각각 논리회로와 카메라를 위한 회로를 거쳐야 한다. 이와 같은 관련성이 연성설계를 유발할 수 밖에 없는 것이다. 즉, 기본적인 기능이 한 제품에 집중된 상태에서는 독립공리를 만족시킬 수 있는 타당한 설계안을 도출할 수 없다. 현재 대부분의 모바일 폰 설계는 이러한 구조를 따르고 있으며, 이로 인한 시간적, 경제적 손실이 야기되고 있음을 예측할 수 있고 또한 실제적으로 사용하지 않

는 기능에 대한 가격을 지불해야 하는 등의 현상이 나타나고 있다. 따라서 타당한 모바일 제품의 설계안을 도출하기 위해서는 한 제품에 집중화되고 있는 다양한 기능들을 분산시킬 수 있는 방안의 모색과 더불어 도출되는 방안이 현재의 모바일 폰 기능 집중화 방안보다 다양한 소비자의 요구사항을 만족시킬 수 있는 방안인지도 공리설계적으로 검토해 보는 것이 필요하다.

4. 새로운 모바일 폰 개발을 위한 개념 설계

기존 모바일 폰의 연성화는 기능의 집중화로 야기되었다. 따라서 이를 극복하고자 기능의 집중화를 극복하고, 소비자의 다양한 요구사항을 만족시킬 수 있는 새로운 개념의 모듈러 모바일 폰을 제안하고자 한다. 이 폰은 베이스 폰을 기반으로 소비자가 원하는 다양한 기능을 모듈화하여 소비자가 원하는 기능만을 베이스 폰에 장착할 수 있게 하는 새로운 개념의 모바일 폰이다.

4.1 공리설계를 이용한 베이스(Base) 폰 설계

베이스 폰은 모듈러 폰 설계를 고려하여 기존 모델 중 최소한의 기능만을 장착한 모델을 가정하여 FRs 와 DPs 를 선정하였다. 이는 기본적으로 비연성화(decoupled) 된 형태를 유지하기 위해서이다.

4.1.1 FRs 의 선정

베이스 폰의 FRs 를 아래와 같이 선정하였다. 여기에서도 3 장에서와 같이 중앙 정보 처리장치인 MSM(Mobile Station Modem)과 전원장치인 배터리(Battery)는 모든 기능들과 연결되어 있기 때문에 대상에서 제외하였다. 또, 다양한 기능을 베이스 폰에 연결할 수 있는 방안으로 모듈연결장치를 기능요구사항으로 설정하였다. FR₁~FR₇까지는 모바일 폰의 기본기능인 통화기능을 위해 요구되는 가장 최소한의 설계 요구사항이다.

- FR₁: Have a Minimum Data Storage Device
- FR₂: Have a Mobile Communication Module
- FR₃: Have a Minimum Audio Module
- FR₄: Have a Minimum Display Device
- FR₅: Have a Logic Circuit
- FR₆: Have a Data Communication Module
- FR₇: Have a Modular Linking Device

4.1.2 DPs 의 선정

선정된 FRs 에 따른 각각의 DPs 는 다음과 같이 결정할 수 있다. DPs 의 선정은 최소한의 기능으로 정의된 FRs 에 대응하여 기본적으로 최소한의 설계 변수만을 고려하였다. 즉, ‘최소한(Minimum)’이라고 표기된 항목은 모듈러 장치가 부가될 수 있음을 의미한다. 즉, 베이스 폰에서는 ‘최소한’의 기능을 장착하고 향후 사용자가 원할 시에 추가 기능을 사용할 수 있음을 뜻한다. 이 설계에서는 메모리, 스피커, LCD 등이 부가될 수 있다. 카메라와 응용장치의 경우는 내부 로직회로에서만 회로적 기능을 포함하고 있어 DPs 에서는 나타나지 않았다.

- DP₁: Minimum Memory
- DP₂: RF (Radio Frequency), Antenna
- DP₃: Minimum Speaker & Microphone
- DP₄: Minimum LCD (Liquid Crystal Display)
- DP₅: Logic Circuit & Sensor
- DP₆: IO (Input Output) Connector & Earjack
- DP₇: Modular Connectors

4.1.3 설계 분석

선정된 FRs 와 DPs 를 통하여 베이스 폰에 대한 새로운 모델을 도출하였다(Fig. 4). 도출된 설계안은 비연성화 설계로써 각각의 FRs 에 대해 연성화를 피했음을 확인할 수 있으며 3 장에서는 연관성을 가졌던 FRs 와 DPs 들이 관련성이 없어졌음을 볼 수 있다. 여기서 FR₁(최소한의 데이터 저장장치)은 DP₁(최소한의 메모리)과만 관련이 되는데, 이는 3 장의 DP₅ 에 해당되던 논리회로를 Fig. 6의 DP₇₂ 내부의 논리회로로, 3 장의 DP₇에 해당되던 카메라와의 관련 기능도 Fig. 6의 DP₇₃으로 이동시켜서 모듈러 연결장치를 통해서만 해당 데이터를 통신을 할 수 있게 설계했기 때문이다. 또한 FR₃(최소한의 오디오 모듈)도 DP₃(최소한의 스피커와 마이크)와만 관련되는데, 이 역시 FR₁ 과 마찬가지로 3 장의 DP₅ 에 해당되던 논리회로를 Fig. 6의 DP₇₅ 내부의 논리회로로, 3 장의 DP₆에 해당되던 멜로디 IC 와 같은 멀티 화음용 스피커와 이어잭 관련기능도 Fig. 6의 DP₇₅ 으로 이동시켜서 모듈러 연결장치를 통해서만 데이터를 통신할 수 있게 설계하여 연성문제를 해결하였다. FR₄(최소한의 디스플레이 장치)와 FR₅(최소한의 논리회로)도 기

본 기능인 통화를 위한 기능만을 남겨놓고 각각의 해당 모듈로 기능을 이동시켰다. 이로써 기본기능 이외의 추가 기능은 모듈러 연결 장치를 통해서만 통신할 수 있게 하였다.

Design Parameters		1	2	3	4	5	6	7
		Min. Memory	RF (Radio Frequency), Antenna	Min. Speaker & Microphone	Min. LCD (Liquid Crystal Display)	Logic Circuit & Sensor	IO (Input Output) Connector, Earjack	Modular Connectors
Functional Requirements	1	Min. Data storage Device	X					
	2	Mobile Communication Module		X				
	3	Min. Audio Module			X			
	4	Min. Display Device	X		X			
	5	Logic Circuit	X	X	X	X		
	6	Data Communication Module	X			X	X	
	7	Modular Linking Device						X

Fig. 4 FRs and DPs for the new design model

Fig. 5 는 베이스 폰의 시스템 플로우 다이어그램으로 M₁, M₃, M₄, M₅, M₇의 설계 시 도출된 설계안에 따른 설계 우선순위가 존재함을 나타낸다.

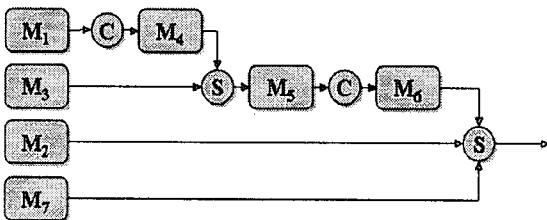


Fig. 5 System flow diagram for the base Model

4.2 공리설계를 이용한 모듈 7 설계

Module 7 (FR₇: Modular Linking Device & DP₇: Connectors)은 소비자가 원하는 다양한 기능을 구현할 수 있는 모듈로서 이에 대한 하위 FRs 와 DPs 는 다음과 같다.

- FR₇₁: Have an Additional LCD
- FR₇₂: Have an Additional Memory
- FR₇₃: Have an Additional Camera
- FR₇₄: Have an Application Specification
- FR₇₅: Have an Additional Speaker

- DP₇₁: Large Size & High Resolution LCD
- DP₇₂: Large Capacity Memory
- DP₇₃: High Resolution Camera
- DP₇₄: Several Application(s)
- DP₇₅: Large Size Speaker(s)

Design Parameters		71	72	73	74	75	
		Large Size & High Res. LCD	Large Capacity Memory	High Resolution Camera	Several Application (s)	Large Size Speaker (s)	
Functional Requirements	71	Additional LCD	X				
	72	Additional Memory		X			
	73	Additional Camera	X	X	X		
	74	Application Specification				X	
	75	Additional Speaker					X

Fig. 6 FRs and DPs for Module 7

선정된 FRs 와 DPs 의 결과 모듈 7 은 비연성 화설계임을 확인할 수 있다. 여기서 중요하게 살펴봐야 할 것은 M₇₄ (FR₇₄ & DP₇₄)이다. 이 모듈은 게임 그리고 고화소 카메라와 관련된 기능으로서 이 두 가지 기능들은 설계 우선순위에서 최하위에 해당하므로 M₇₁, M₇₂, M₇₃의 기능과 함께 구현되어야 한다. Fig 7 은 M₇의 시스템 플로우 다이어그램이다.

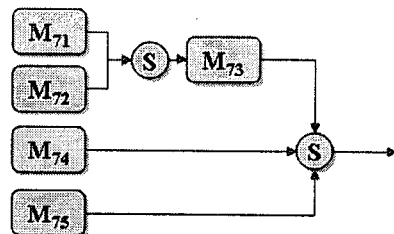


Fig. 7 System flow diagram for the Module 7

4.3 새로운 모바일 폰 설계: 모듈러 폰

4.1 절과 4.2 절에서 공리설계를 이용하여 베이스 폰과 모듈러 연결장치를 설계한 결과 Fig. 8 과 Fig. 9 와 같은 모듈러 폰 모델의 설계안을 도출할 수 있었다. 새로운 모델인 모듈러 폰은 기본적인 기능만을 보유하고 있는 베이스(Base) 폰에서 특정 기능 또는 응용장치(Application)를 별도로 분리하여 베이스 폰에 장착할 수 있는 구조로 설계 하였다. 이는 기본 기능만을 장착한 모델을 소비자가 보유하고 있다가 필요 시에만 원하는 기능을 장착하여 휴대할 수 있도록 하기 위함이다. 이 결과 기존 제품에서 나타났던 연성문제를 해결하고, 공리설계에 타당한 설계안을 도출할 수 있었다.

과거에는 카메라 등이 모바일 폰에 내장하기 어려워 외장으로 장착한 이력은 있으나 이는 디자인 등이 고려되지 않은 상태였고 본 논문에서 제시하는 모듈러 폰은 특정 기능을 장착하기 전, 후의 디자인이 고려되어 소비자에게 휴대상 불편함을 주지 않으면서 더욱 강력한 기능의 모듈을 제공할 수 있도록 하였다.

Design Parameters		1	2	3	4	5	6	7					
		Min. Memory	RF (Radio Frequency), Antenna	Min. Speaker & Microphone	Min. LCD (Liquid Crystal Display)	Logic Circuit & Sensor	Modular Connectors	Modular Connectors	Large Size & High Res. LCD	Large Capacity Memory	High Resolution Camera	Several Application (s)	Large Size Speaker (s)
Functional Requirements		1	2	3	4	5	6	7	71	72	73	74	75
		1	Min. Data storage Device	X									
2	Mobile Communication Module		X										
3	Min. Audio Module			X									
4	Min. Display Device	X		X									
5	Logic Circuit	X	X	X	X								
6	Data Communication Module	X				X	X						
7	Modular Linking Device							X					
71	Additional LCD								X				
72	Additional Memory								X				
73	Additional Camera							X	X	X			
74	Application Specification											X	
75	Additional Speaker												X

Fig. 8 FRs and DPs for new design model

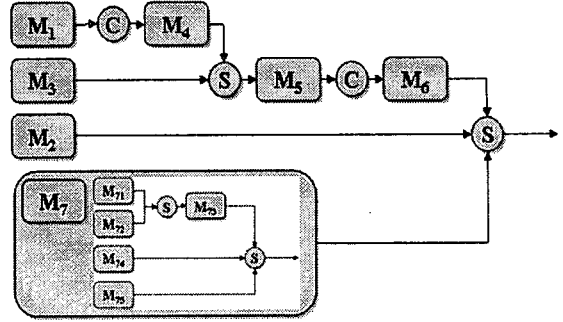


Fig. 9 System flow diagram for the modular phone

5. 모듈러 모바일 폰의 제안 설계 모델

4 장에서 도출된 공리설계 안을 근거로 하여 모듈러 폰의 제안 모델을, 베이스 모델을 기반으로 하여 각각의 모듈러 부분을 모델링 하였다. 이와 같은 구조는 모듈러의 특징을 분명하게 보여 줄 수 있으며 제품 설계의 새로운 방향을 제시하여 줄 수 있다. 여기에서 모듈러 연결장치의 상세한 구조 및 원리를 본 논문에서는 제시하지 않았지만, 첫째, 모듈러 연결장치와 접속되고 특정 외부 모듈을 인식하는 모듈 인식부와 둘째, 특정 외부 모듈의 각 신호 단을 각각 스위칭 하는 스위칭부와 셋째, 모듈 인식부로부터 제공되는 모듈 인식 정보에 따라 외부 모듈과 통신하고 특정 외부 모듈에 대응하는 응용 프로그램을 운영하는 제어부를 포함한다. (Fig. 10)

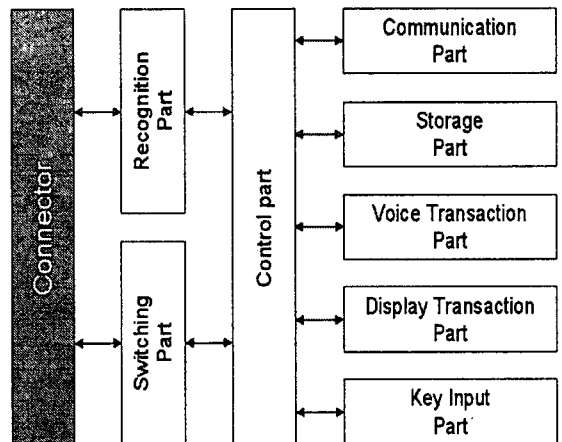
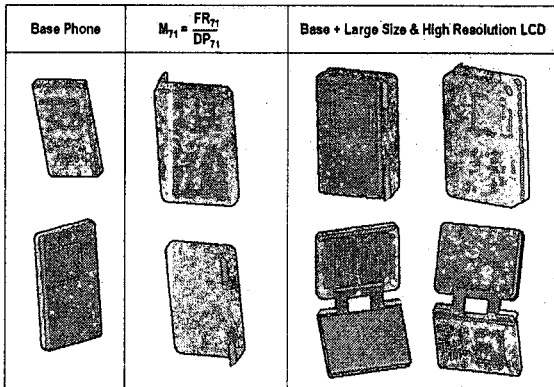


Fig. 10 Block diagram of modular linking device

5.1 케이스 1: 베이스 폰 + 대형 LCD

베이스 폰(Base Phone)만을 사용하던 사용자가 특별히 대형 LCD 를 사용하고자 할 때 Fig. 11 과 같이 별도의 장치를 결합하여 사용할 수 있다. 대형 LCD 는 베이스 폰에 부착되어 있는 카메라 촬영 시 화면만을 크게 보고 싶거나 기본 기능에 포함되어 있는 MP3 기능의 이퀄라이저 (Equalizer)의 기능을 크게 보고 싶을 때 또는 SMS(Short Messaging Service)를 대형 화면에서 보내고 싶을 때 사용이 가능하다. 베이스 폰도 독립적인 디자인을 유지하지만 결합된 후의 M_{71} 도 독립적인 디자인을 유지함을 볼 수 있다. 베이스 폰과 대형 LCD 는 모듈러 연결 장치(Modular Linking Device)에 의해 결합되어 있으며, 사용자가 접근이 가능한 나사 등으로 결합되어 있다. 모듈의 정의에 의해 $M_{71} = FR_{71}/DP_{71}$ 이 됨을 알 수 있다.²

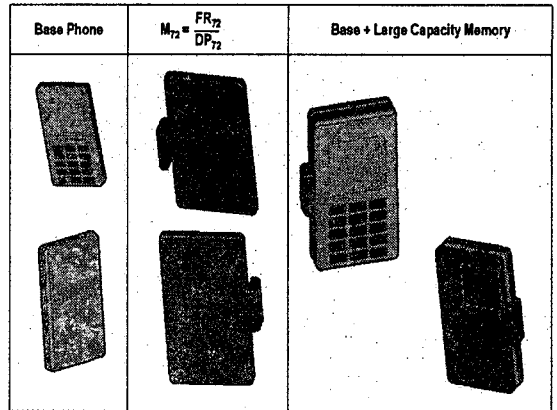


($M_{71} = FR_{71}/DP_{71}$)

Fig. 11 Base + large size and high resolution LCD

5.2 케이스 2: 베이스 폰 + 대용량 메모리

M_{72} 도 M_{71} 과 동일한 개념에서 별도의 대용량 메모리를 부착하고 싶을 때 Fig. 12 과 같이 별도로 부착할 수 있다. 여기에서 기존의 외부 메모리(SD 카드, MMC 카드 등의 플래시 메모리 종류)의 베이스 폰 부착을 고려할 수 있지만, 이는 최소한의 기능만을 요구하는 베이스 폰 개념에 위배된다. 그러므로 별도의 메모리 카드 또는 하드 디스크 등을 장착한 모듈이 필요하다. M_{72} 는 이러한 목적으로 설계되었다. 마찬가지로 모듈의 정의에 의해 $M_{72} = FR_{72}/DP_{72}$ 가 됨을 알 수 있다.²

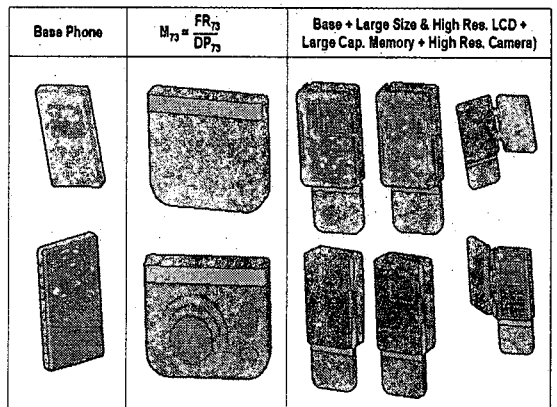


($M_{72} = FR_{72}/DP_{72}$)

Fig. 12 Base + large capacity memory

5.3 케이스 3: 베이스 폰+ 대형 LCD + 대용량 메모리 + 고화소 카메라

Fig. 13 도 동일한 개념으로 M_{73} (고화소 카메라)를 고화질 대형 LCD 및 대용량 메모리와 동시에 장착한 모습이다.



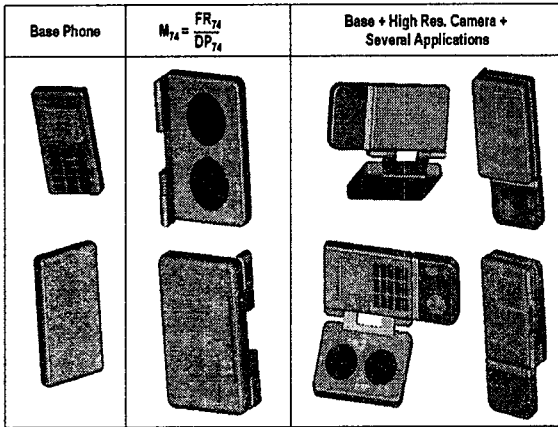
($M_{73} = FR_{73}/DP_{73}$)

Fig. 13 Base + large size and high resolution LCD + large capacity memory + high resolution camera

여기에서 이 세가지 성능을 모두 구현하기 위해서는 M_{73} (고화소 카메라) 장착 전에 Fig. 9 에서 보듯이 M_{71} (고화질 대형 LCD)과 M_{72} (대용량 메모리)가 장착되어야 한다. 그 이유는 고화소 카메라가 제 기능을 발휘하기 위해서는 위 두 가지 모듈이 반드시 필요하기 때문이다. 마찬가지로 모듈의 정의에 의해 $M_{73} = FR_{73}/DP_{73}$ 가 됨을 알 수 있다.²

5.4 케이스 4: 베이스 폰+ 별도 응용장치

동일 개념으로 Fig. 14 은 음주 측정, 혈당 측정의 웰빙-폰의 별도 응용장치가 장착되었으며 마찬가지로 모듈의 정의에 의해 $M_{74} = FR_{74}/DP_{74}$ 가 됨을 알 수 있다.²

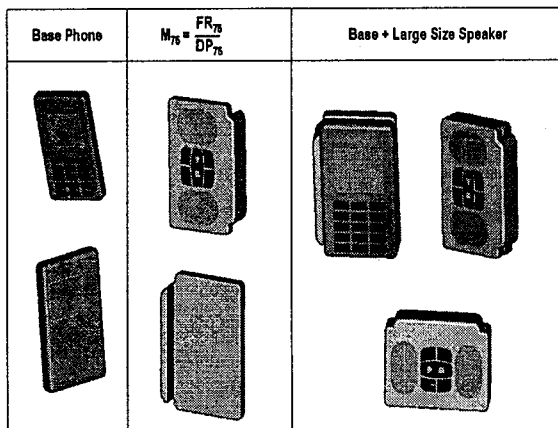


$$(M_{74} = FR_{74}/DP_{74})$$

Fig. 14 Base + high res. camera + several applications

5.5 케이스 5: 베이스 폰+ 대형 스피커

Fig. 15 은 동일 개념으로 고음질의 음악을 듣기 위한 대형 스피커 모듈이 장착되었다. 이 모듈에는 별도의 오디오 회로를 포함하고 있으며 마찬가지로 모듈의 정의에 의해 $M_{75} = FR_{75}/DP_{75}$ 가 됨을 알 수 있다.²



$$(M_{75} = FR_{75}/DP_{75})$$

Fig. 15 Base + large size speaker

6. 결론

본 연구에서는 공리설계를 이용하여 기존 모바일 폰이 가지고 있는 연성의 문제를 극복하고자 새로운 개념의 모바일 폰을 설계하였다. 공리설계를 이용하여 기존 모바일 폰이 연성설계임을 밝히고, 그 문제점을 해결하고자 모듈러 모바일 폰이라는 개념을 가지고 공리설계를 적용하였다. 우선, 새로운 개념을 가지고 모듈러 모바일 폰의 베이스 폰을 설계한 결과 비연성화설계임을 확인 할 수 있었다. 다음으로 모듈 7 (FR₇: 모듈러 연결 장치, DP₇: 모듈러 커넥터)의 하위 모듈들을 사용자가 요구하는 다양한 기능으로 선정하여 공리설계를 적용한 결과 하위 모듈 역시 비연성화설계임을 확인할 수 있었다. 따라서 소비자들이 원하는 모듈만을 선택적으로 채용할 수 있는 모듈러 모바일 폰의 개념 설계안은 타당한 설계안임을 알 수 있다. 또, 설계안의 구체화를 위하여 도출된 공리적 설계안에 따라 3-D 모델링을 시도하였는데, 모듈러 폰의 구현이 가능함을 확인할 수 있었다.

모듈러 모바일 폰은 기본 기능만을 가진 폰을 우선 구매하여 최소한의 기능을 사용하다가 추가 기능을 원할 시에 모듈러 연결 장치를 통해 추가적인 대형 LCD, 대용량의 추가 메모리, 고화소 카메라, 부가적인 응용장치들 (예를 들어, 게임 장치 멀티미디어 전용 장치, 음주 측정 또는 혈당 측정의 특수한 별도 응용장치 등) 그리고 대형 스피커 등을 장착할 수 있는 구조로 이루어져 있다. 핵심적인 내용은 기존 일반 모델에서 다양한 기능을 장착하다 보면 불가피하게 폰의 크기가 커지고 휴대성을 저하시키게 된다. 여기에 모듈러 연결 장치를 부가하면서 소비자가 평소에 필요로 하지 않는 장치를 별도로 떼어내는 개념을 적용, 연구한 것이다. 특히, 모듈러 모바일 폰은 지금까지 모바일 폰 설계 분야에서 제시하지 못했던 신 형태인 자(New Form Factor)로 지금까지 출시되고 있는 폴더 형태(Folder Type), 슬라이드 형태(Slide Type)와 더불어 기존 모바일 폰에 대한 대안 모델로서 적용이 가능할 것이다. 또 모듈러 모바일 폰이 가지고 있는 원하는 모듈만을 선택할 수 있는 장점 때문에 소비자에게는 선택의 폭을 확장시켜주고 필요한 기능만을 구매하도록 유도함으로써 소비자와 제조사 간 윈-윈(Win-Win) 전략으로 사용될 수도 있을 것이다

참고문헌

1. Suh, N. P., "The Principles of Design," Oxford University Press, New York, pp. 46-69, 1990.
2. Suh, N. P., "Axiomatic Design - Advances and Applications," Oxford University Press, New York, pp. 192-238, 2001.
3. Sahlin, M., "A System Approach for Decision Making in a Concurrent Engineering Environment," ICAD2000, pp. 35-41, 2000.
4. Ku, J. M. and Lee, S. H., "A Development of Simulation Based CAD System for Automotive Rubber Machinery: An Axiomatic Design Approach," Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, Vol. 8, No. 2, pp. 84-89, 2003.
5. Hwang, Y. D., Cha, S. W. and Kang, Y. J., "Tool Development for Evaluation of Quantitative Interdependency Between FRs in Axiomatic Design," International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Vol. 3, No. 2, pp. 52-60, 2002.
6. Kim, Y. K., Cho, K. K., Mun, Y. R. and Cha, S. W., "Evaluation Methodology Development of Disassembly Through Axiomatic Design," Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 18, No. 4, pp.197-202, 2001.
7. Shin, G. S., Yi, J. W., Yi, S. I., Kwon, Y. D. and Park, G. J., "Calculation of Information Contents in Axiomatic Design," Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 22, No. 6, pp. 183-191, 2005.