

◆특집◆ 지능형로봇 평가기술

자율로봇의 가상시험평가를 위한
표준 모델링환경의 기본요소 및 모듈 DB 연구

정은교*, 최진환**, 이순걸**

Database Research of Standard Modeling Environment for Virtual Test of
Autonomy Robot according to each Module and Basic Elements

Eun Kyo Jung*, Jin Hwan Choi** and Soon Geul Lee**

Key Words : Database Research(데이터베이스 연구), Autonomy Robot(자율로봇), Standardization(표준화), Virtual Test(가상시험)

1. 서론

일반적으로 로봇이라 불리워지는 기존의 산업용 로봇은 정해진 위치에 고정되어 주어진 프로그램 명령에 따라 제어되고 동작하는데 반해 이동로봇(mobile robot)의 일종인 AGV(Automated Guided Vehicle)는 자동화공장과 같은 생산 현장내 소재, 부품 및 반제품 등의 운반을 위해 각종 센서를 부착하고 물류 자동화용으로 사용되기 시작하였다.

최근 지능형 애완로봇이 많은 인기를 끌고 있으나 지능형 로봇 중 대표적인 자율이동로봇이 개인생활을 지원하는 퍼스널로봇으로써 인간 삶의 질 향상 및 복지 증진을 위해 사용할 수 있는 것으로 가정용 청소로봇, 재활훈련 지원용 도우미로봇, 교육용 로봇 등으로 구분되어진다. 이외에도 제조 공장이나 가정과 같이 정비된 환경 이외에 불규칙하며 환경이 정비되지 않은 현장에서 활

용하기 위한 필드용 로봇으로서는 콘크리트 공사와 같은 건설분야, 과일 수확을 위한 농업분야, 전기/가스등 에너지용 life-line 점검 보수 분야, 우주 탐사용, 방재(재난 구조용), 심해 자원 탐사 분야 등 극한 환경의 현장에서 자율적으로 이동하며 작업하는 로봇들에 대한 연구개발도 진행되고 있다.

이러한 다양한 종류의 자율로봇은 각각 다른 작업을 수행하며, 사람과 공존하여 그 역할을 하고 있다. 따라서 자율로봇은 인간, 환경 로봇간의 다양한 인터랙션이 발생하며, 따라서 인간공존에 대한 표준과 자율로봇에 대한 인간의 안전성확보를 위한 자율로봇의 시험평가환경구축이 연구되어지고 있으며, 보다 체계화된 시험평가를 위하여 가상환경에서의 모델링표준화를 위한 database 구축에관한 연구가 필요하게 되었다. 따라서 본 논문에서는 가상환경에서 자율로봇의 모델링 및 가상평가에 관한 기본요소 및 모듈별 database 구축에 관하여 연구하였다.

2. DB의 구성개요

2.1 기본요소 DB의 개요

가상환경내의 자율로봇의 모델링 환경을 구성

* 경희대학교 기계공학과 대학원

** 경희대학교 테크노공학대학 기계산업시스템공학부

Tel. 031-201-3681

Email eunkyo@functionbay.co.kr

전산다물체 동역학 분야

하기 위해서 구분화된 부시스템(subsystem)개념의 모듈별 가상모델링 개념이 도입된다. Fig. 1 는 가상 환경에서의 모델링을 위한 환경구성을 도식적으로 나타내고 있다. 각 모듈은 특성화된 모델링 환경과 효과적인 가상모델링 방법을 제공한다. 가상모델링 시 각 몸체(body)들은 좌표계(coordinate system)에 의하여 정의되어진다. 여기서 가상모델링 시 사용되어지는 모든 기본정보들, 즉 기본형상, 조인트(joint), 힘(force), 접촉(contact)등은 기본요소 DB 로 정의되어진 정보로부터 참조되어진다.

기본요소 DB 의 구성은 로봇의 가상 모델링을 위한 기본요소 DB A-1, 시뮬레이션을 위한 초기조건(initial condition)요소 DB B-1, 운동방정식(EOM)

몸체(body)요소 DB D, 구동계(driving system)요소 DB E, 매니플레이터(manipulator)요소 DB F, 센서(sensor)요소 DB G, 제어(control)요소 DB H, 평가 환경(test bed)요소 DB I로 구성되어진다. Fig. 2 는 모듈별 요소구분을 위한 모델링 환경을 도식적으로 나타내고 있다.

3. 기본요소 DB 의 종류별 분류

기본요소 DB 는 자율로봇의 가상모델링을 위하여 필요한 기본적인 요소와 시뮬레이션을 위한 요소, 분석과 평가를 위한 요소로 구성되어진다.

3.1 자율로봇의 가상모델링을 위한 요소 DB

자율로봇의 가상모델링을 위한 요소는 로봇을 구성하는 기본적인 형상, 그리고 형상들 사이의 관계를 부여하기 위한 구속조건(constraint), 힘, 접촉(contact)등이 포함된다. Table 1~5 는 자율로봇의 가상모델링을 위한 요소의 자세한 분류를 보여주고 있다.

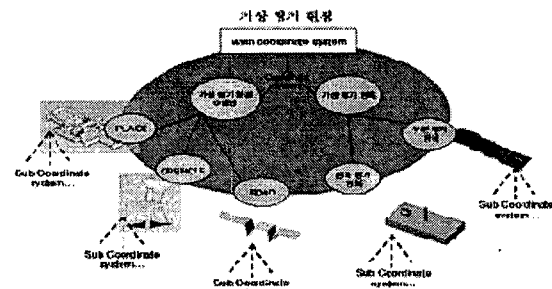


Fig. 1 Block diagram of Virtual Modeling Structure

요소 DB B-2 그리고 분석과 평가를 위한 애니메이션 요소 DB C-1, 후처리 분석과 평가요소 DB C-2 로 구성하였다.

2.2 모듈요소 DB 의 개요

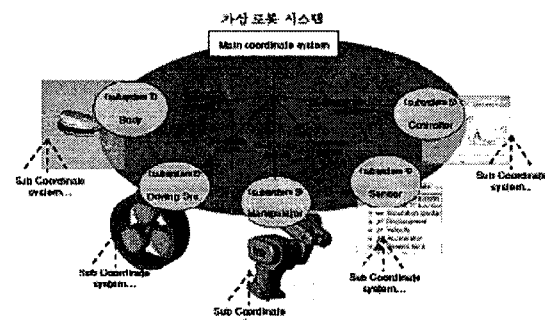


Fig. 2 Block diagram of Virtual Modeling according to each Modules

Table 1 Classification of Fundamental Geometry Elements

A-1-1 FUNDAMENTAL GEOMETRY(기본형상)		로봇을 구성하고 있는 기본적인 형상
일련번호	종 류	설명 (Operating Method)
A-1-1-1	CYLINDER	- First Center point, Second Center point, Radius - Center Point, Radius, Height - Axis endpoint, Second axis endpoint, Length of other axis, Height (밑변이 타원)
A-1-1-2	BOX	- Point, Width, Height, Depth - Point, Length of box (정사각형) - Corner, Other corner, Height - Point, Point, Half-depth
A-1-1-3	TORUS	- Point, Point, Direction,

		Angle - Point, Major Radius, Minor radius, Angle - Point, Point, Direction, Angle, Radius (Angle 은 원환이 아닌 튜브를 고려할 때)
A-1-1-4	PRISM	- Point, Radius, Height, Number of side - Point, Point, Radius, Number of side
A-1-1-5	CONE	- Center point, First radius, Second radius, Height - Point, Point, Radius, Radius
A-1-1-6	LINK	- Point, Point, Half-depth - First point, Second point, First radius, Second radius Depth
A-1-1-7	WEDGE	- First corner, Other corner, Height, Point, Angle, Length - First corner, Center point, Opposite corner, Height - First corner, Center point, Opposite corner, Length, Width, Height
A-1-1-8	ELLIPSOID	- Point, Radius (x), Radius (y), Radius (z) - Point, Radius (x=y=z) (sphere)
A-1-1-9	MARKER	- Body, Point - Body, Point, Direction, Direction - Point - Point, Direction, Direction

Table 2 Classification of File Format

A-1-5 CAD FILE (파일 형식)	가상 모델링시 CAD 프로그램과 CAE 프로그램 사이의 자유로운 파일 이동을 가능케 함	
일련번호	종류	설명

A-1-5-1	DXF	AUTO CAD 파일 형식으로 2D
	DWG	도면을 표현
	PARASOLID	*.x_t *.x_b *.xmt_txt *.xmt_bin 등의 확장자를 가짐
	STEP	*.step *.stp 등의 확장자를 가짐
	IGES	*.igs *.iges 등의 확장자를 가짐
	ACIS	*.sat 의 확장자를 가짐
	CATIA	다양한 3D cad 프로그램의 고유한 파일 형식이며,
	UG	*.cgr (catia)
SOLIDWORKS	*.prt (pro engineering, unigraphics, solidworks) 등의 확장자를 가짐	

Table 3 Classification of Constraint Elements

A-1-6 CONSTRAINT (구속조건)	로봇 시스템을 특정한 형태의 움직임으로 구현하기 위하여 시스템내의 개체들을 구속시켜주는 이음쇠	
일련번호	종류	설명
A-1-6-1	REVOLUTE JOINT	하나의 축을 따라 회전운동만을 허락하는 이음쇠 (1 DOF)
A-1-6-2	CYLINDRICAL JOINT	하나의 축을 따라 병진운동과 회전운동을 동시에 허락하는 이음쇠 (2 DOF)
A-1-6-3	UNIVERSAL JOINT	일직선상에 있지 않은 2 개의 축이 어느 각도를 이루어 교차할 때 자유로이 동력을 전달하기 위한 이음쇠 (2 DOF)
A-1-6-4	PLANAR JOINT	한 평면 위의 수평한 두 축을 따라 병진운동과 그 평면과 수직인 방향을 축으로 회전운동을 허락하는 이음쇠 (3 DOF)
A-1-6-5	SCREW JOINT	하나의 축을 따라 일정한 간격(PITCH)으로 나선형 운동을 허락하는 이음쇠 (1 DOF)
A-1-6-6	FIXED JOINT	모든 방향으로의 움직임을

		구속하는 이음쇠 (0 DOF)
A-1-6-7	DISTANCE JOINT	두 물체 사이의 거리를 유지하도록 구속하는 이음쇠 (5 DOF)
A-1-6-8	SPHERICAL JOINT	서로 수직관계인 3 개의 축을 따라 회전운동만을 허락하는 이음쇠 (3 DOF)
A-1-6-9	ATPOINT ELEMENTARY JOINT	공간에서 한 점으로 고정되어 있는 물체를 생각할 때, spherical joint 와 같은 역할을 하는 element (3 DOF)
A-1-6-10	GEAR JOINT	두 개의 revolute joint 사이의 속도비를 정의함으로써 gear 처럼 운동하도록 하는 이음쇠
A-1-6-11	TRANSLATION JOINT	하나의 축을 따라 병진운동만을 허락하는 이음쇠(1 DOF)

Table 4 Classification of Force Elements

A-1-7	FORCE (힘 요소)	정지하고 있는 물체를 움직이고, 움직이고 있는 물체의 속도나 운동방향을 바꾸는 작용
일련번호	종 류	설 명
A-1-7-1	SPRING FORCE	한 축에 대한 병진방향의 SPRING DAMPER ACTUATOR 적용
A-1-7-2	ROTATIONAL SPRING FORCE	한 축에 대한 회전방향의 SPRING DAMPER ACTUATOR 적용
A-1-7-3	TRANSLATIONAL FORCE	서로 수직한 세 축에 대한 병진방향의 FORCE 를 적용
A-1-7-4	ROTATIONAL FORCE	서로 수직한 세 축에 대한 회전방향의 TORQUE 를 적용
A-1-7-5	SCREW FORCE	서로 수직한 세 축에 대한 병진방향과

		회전방향의 FORCE 와 TORQUE 를 적용
A-1-7-6	BUSHING FORCE	서로 수직인 세 축에 대한 병진방향과 회전방향의 SPRING DAMPER ACTUATOR 를 적용
A-1-7-7	AXIAL FORCE	한 축에 대한 병진 방향의 FORCE 를 적용
A-1-7-8	ROTATIONAL AXIAL FORCE	한 축에 대한 병진방향의 TORQUE 를 적용

Table 5 Classification of Contact Elements

A-1-8 CONTACT(접촉 요소)		END EFFECTOR 의 작업 대상물의 인지에 필요한 요소 로봇이 움직이는 지면의 특성을 규정할 수 있는 요소
일련번호	종 류	설 명
A-1-8-1	SPHERE TO SPHERE	CONTACT 의 방향
A-1-8-2	SPHERE IN/TO BOX	CONTINUOUS <두 물체의 충돌시 탄성 계수의 의미>
A-1-8-3	SPHERE /TO CYLINDER	CONTRACT SPRING COEFFICIENT
A-1-8-4	SPHERE IN/TO TORUS	DAMPING COEFFICIENT
A-1-8-5	CIRCLE TO CURVE	DISCRETIZE CONTACT <지면과 물체 사이의 마찰력의 의미>
A-1-8-6	CURVE TO CURVE	DYNAMIC FRICTION COEFFICIENT
A-1-8-7	SPHERE TO SURFACE	STATIC

A-1-8-8	EXTENDED		FRICITION
	SURFACE		COEFFICIENT
	TO		
	SURFACE		
	SURFACE		
	TO		
	SURFACE		

B-2-2	word	- Dependant coordinate - Independent coordinate - Generalized force - Centrifugal force
	EOM (Equation of motion)	- 확장법 (augmented method) $M^i q_{\alpha}^i + C_{q_v}^T \bar{\lambda} = Q_o^i + Q_v^i$ - 순환공식 (recursive formula) $F = B^T (M \dot{Y} + \Phi_{\lambda}^T \lambda - Q) = 0$

3.2 자율로봇의 시뮬레이션을 위한 요소 DB

자율로봇의 시뮬레이션을 위한 요소는 초기조건과 운동방정식의 정보를 포함하고 있다. 자율로봇의 모션특성을 나타내기 위한 인자들과 적분기의 초기조건, 그리고 구성된 운동방정식의 정보들로 구성된다. Table 6,7 은 자율로봇의 시뮬레이션을 위한 요소의 자세한 분류를 보여주고 있다.

Table 6 Classification of Initial Condition

일련번호	종류	설명
B-1-1	Geometric Physical initial condition	- Mass - Inertia(Ixx, Ixy, Iyy, Iyz, Izz, Izx) - Density - Young's Modulus - Poisson's Ratio - Volume - Center of Gravity - Initial velocity
B-1-2	Integrator initial condition	- End time - Time step - State Matrix - Maximum Interpolation Order - Maximum Time step - Initial Time step - Error Tolerance - Numerical Damping

Table 7 Classification of Equation of Motion

일련번호	종류	설명
B-2-1	Used	- Mass matrix - Generalized coordinate

3.3 분석과 평가를 위한 요소 DB

자율로봇의 분석과 평가를 위한 요소는 애니메이션의 분석과 평가요소와 후처리 분석평가요소를 포함하고 있다. 이는 시뮬레이션 후 모델링의 적정성 및 안전성 및 성능평가를 위한 평가항목들을 구성하기 위하여 사용되어진다. Table 8~11 은 자율로봇의 분석과 평가를 위한 요소의 자세한 분류를 보여주고 있다.

Table 8 Classification of Animation Analysis and Evaluation

일련번호	종류	설명
C-1-1	Animation control	- Play/Pause Animation - Play/Pause Fast Animation - Inverse Play/Pause Animation - Inverse Play/Pause Fast Animation Frame - Seek Animation Frame - Go to First Frame - Go to Last Frame - Decrease One Frame - Increase One Frame - Stop Animation - Record Animation
C-1-2	Animation configuration	- Star Frame - End Frame - Frame Step - Repeat
C-1-3	Scope	- Angle - Pont-to-point

	- Expression
	- Entity

Table 9 Classification of Post-Processor analysis and Evaluation of Geometries

C-2-1 Geometry			
일련번호	종류	목록	설명
C-2-1-1	Position	TM	The magnitude of the translational displacement of center marker in the inertia reference frame.
		TX TY TZ	The x, y and z components of the translational displacement of center marker in the inertia reference frame. $r_{cm} = r_f + S_{cm} = r_f - A_f S'_{cm}$
		PSI	The 3-1-3 Euler angle of center marker measured in the inertia reference frame.
		THETA A PHI	$A_{cm} = R_x(\theta) R_y(\phi) R_z(\psi)$
C-2-1-2	Velocity	TM	The magnitude of the translational velocity of center marker in the inertia reference frame.
		TX TY TZ	The x, y, and z components of the translational velocity of center marker in the inertia reference frame. $\dot{r}_{cm} = \dot{r}_f + \dot{S}_{cm} = \dot{r}_f - \dot{A}_f S'_{cm}$
		RM	The magnitude of the angular velocity of center marker in the inertia reference frame.
		RX RY RZ	The x, y, and z components of the angular velocity of center marker in the center marker reference frame. $\dot{W}'_f = A^T \cdot \dot{W}_f$
C-2-1-3	Acceleration	TM	The magnitude of the translational acceleration of center marker in the inertia reference frame.

		TX TY TZ	The x, y, and z components of the translational acceleration of center marker in the inertia reference frame. $\ddot{r}_{cm} = A_f \ddot{r}'_e + \dot{A}_f \dot{r}'_e + A_f \ddot{W}'_e$
		RM	The magnitude of the angular acceleration of center marker in the inertia reference frame.
		RX RY RZ	The x, y, and z components of the angular acceleration of center marker in the center marker reference frame. $\ddot{W}'_f = A^T \cdot \ddot{W}_f$

Table 10 Classification of Post-Processor analysis and Evaluation of Constraints

C-2-2 Constraint(Position)			
일련번호	종류	목록	설명
C-2-2-1	Revolute	Pos1	The rotational angle of the z-axis of action marker with respect to the z-axis of base marker
C-2-2-2	Translational	Pos1	The translational displacement of action marker relative to the base marker along the z-axis of base marker
C-2-2-3	Spherical	Pos1	The Psi angle when the orientation of action marker with respect to the base marker is expressed in the Euler Psi-Theta-Phi angle
		Pos2	The Theta angle when the orientation of action marker with respect to the base marker is expressed in the Euler Psi-Theta-Phi angle
		Pos3	The Phi angle when the orientation of action marker with respect to the base marker is expressed in the Euler Psi-Theta-Phi angle

C-2-2-4	Cylindrical	Pos1	The translational displacement of action marker relative to the base marker along the z-axis of base marker
		Pos2	The rotational angle of the z-axis of action marker with respect to the z-axis of base marker
C-2-2-5	Universal	Pos1	The rotational angle of the x-axis of action marker with respect to the z-axis of base marker
		Pos2	The rotational angle of the x-axis of base marker with respect to the z-axis of action marker
C-2-2-6	Planar	Pos1	The translational displacement of action marker relative to the base marker along the x-axis of base marker
		Pos2	The translational displacement of action marker relative to the base marker along the y-axis of base marker
		Pos3	The rotational angle of the z-axis of action marker with respect to the z-axis of base marker
C-2-2-7	Screw	Pos1	The relative displacement from base marker to action marker is z-axis of base marker

C-2-4-3	_Force FZ_Reaction _Force	The other joints	The x, y, and z components of the translational force action at the action marker in the base marker reference frame. ${}^s f'' = (A_b C_b)^T f_a$
	TM_Reaction _Force	---	The magnitude of the torque action at the action marker.
C-2-4-4	TX_Reaction _Force TY_Reaction _Force	PTCV CVC V	The x, y, and z components of the rotational torque applied at the action contact point in the inertia reference frame. The values are always zero. $\tau_a = 0$
	TZ_Reaction _Force	The other joints	The x, y, and z components of the torque action at the action marker in the base marker reference frame. ${}^b \tau''_a = (A_b C_b)^T \tau_a$

4. 모듈요소 DB의 종류별 분류

모듈요소 DB는 자율로봇의 가상모델링 시 특성화된 모델링 환경을 제공하기 위한 정보를 제공하며 모듈요소 DB는 몸체 모듈요소, 구동계 모듈요소, 매니플레이터 모듈요소, 센서 모듈요소, 제어 모듈요소, 평가환경 모듈요소들로 분류되어진다.

Table 11 Classification of Post-Processor analysis and Evaluation of Constraints' Reaction Force

C-2-4 Constraint(Reaction Force)			
일련번호	종류	목록	설명
C-2-4-1	FM_Reaction _Force	---	The magnitude of the translational force action at the action marker.
C-2-4-2	FX_Reaction _Force FY_Reaction	PTCV CVC V	The x, y, and z components of the translational force applied at the action contact point in the inertia reference frame. $f_a = f_a + f_f$

4.1 몸체(body) 모듈요소 DB

몸체모듈요소 DB는 자율로봇을 구성하는 가장 기본적인 몸체의 모델링 정보를 제공하며, 몸체의 형상과 모션특성을 정의하기 위한 모듈요소이다. Table 12에서 관점에 따른 몸체모듈요소의 설명을 보여주고 있으며, Fig 3에서 몸체 모듈요소의 구성을 확인할 수 있다.

Table 12 Classification of Body Module Elements according to View Points. (Please refer to Module DB)

	종류	설명
Geometric view	Simple body	종류 및 생성 방법 : 모듈요소 DB D-2 참조

(Dimension)	Assemble body	생성 방법 : 모듈 요소 DB D-3 참조	
	Cad file import	파일 형식 종류 : 기본요소 DB A-1-5 참조	
Dynamic view (Property)	Auto calculate	재질과 부피에 따라 자동적으로 계산	Property 종류 및 역할 : 모듈 요소 DB D-1-2 참조
	User input	개별적으로 사용자가 원하는 property 를 입력	

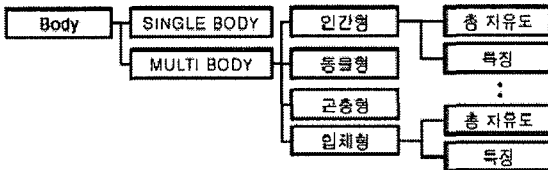


Fig. 3 Diagram of Body Module Elements

4.2 구동계(driving system) 모듈요소 DB

구동계 모듈요소 DB 는 자율로봇의 주행, 보행 혹은 주어진 작업을 수행하도록 동적 움직임을 정의하며, 또한 그 정보를 제공한다. Table 13 에서 종류에 따른 구동계의 분류를 보여주고 있으며, Fig 4 에서 구동계 모듈요소의 구성을 확인할 수 있다.

Table 13 Classification of driving System Module Elements (Please refer to Module DB)

	종류	설명
Driving System Module	Wheel Type	Module DB E-1 참조
	Track Type	Module DB E-2 참조
	Leg Type	Module DB E-3 참조

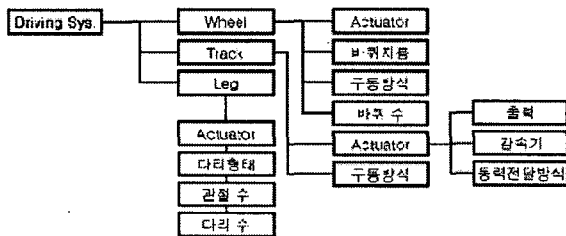


Fig. 4 Diagram of Driving System Module Elements

4.3 매니플레이터(manipulator) 모듈요소 DB

매니플레이터 모듈요소 DB 는 대상물을 붙잡거나 옮길 목적으로 다자유도의 분절로 구성된 로봇 요소를 정의하는 모듈. 일반적으로 로봇시스템에 있어서 팔 역할의 로봇요소를 정의하는 모듈. Table 14 에서 관점에 따른 매니플레이터의 분류를 보여주고 있으며, Fig 5 에서 매니플레이터의 자유도와 구조에 따른 구성을 보여주고 있다.

Table 14 Classification of Manipulator Module Elements (Please refer to Module DB)

	종류	설명
자유도 관점	1 DOF	생성 방법 : 기본요소 DB A-1 참조
	2 ~ 6 DOF	종류 : Module DB F-1 참조
기계구조 관점	직각좌표	Module DB F-2-1 참조
	원통좌표	Module DB F-2-2 참조
	극좌표	Module DB F-2-3 참조
	관절	Module DB F-2-4 참조

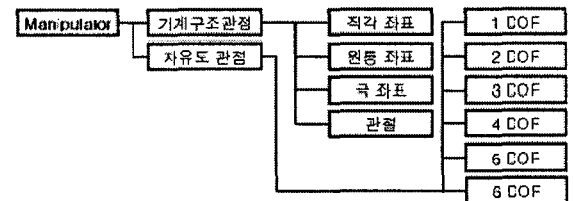


Fig. 5 Diagram of Manipulator Module Elements

4.4 센서(sensor) 모듈요소 DB

센서모듈 요소 DB 는 제어기를 통하여 특정 목표를 로봇이 수행할 수 있도록 하는 정보를 제공한다. Table 15 에서 센서의 종류를 보여주고 있으며, Fig 6 에서 센서의 분류를 나타내고 있다.

Table 15 Classification of Sensor Module Elements (Please refer to Module DB)

	종류	설명
센서	적외선	각 센서에 대응하는 Function

모듈	초음파	Expression 을 정의
	속도	Function Expression 종류 및 설명
	·	: 기본요소 DB G-3 참조
	·	
	자이로	센서 종류 : Module DB G-2 참조
위치		



Fig. 6 Diagram of Sensor Module Elements

4.5 제어(control) 모듈요소 DB

제어모듈요소 DB 는 센서에서 감지된 error 를 참조하여 로봇의 actuator 에 제어된 property 를 공급하기 위한 정보를 제공한다. Table 16 에서 제어정의 방법에 따른 분류를 보여주고 있으며, Fig 7 에서 도식화된 분류방법을 확인할 수 있다.

Table 16 Classification of Control Module Elements (Please refer to Module DB)

	종류	설명
Control Module	PTP 제어	단순 Motion 이나, algorithm 을 이용 정의
	CP 제어	
	감각 제어	Motion 종류 : Module DB H-2-1 참조
	자율 분산 제어	
	적응 제어	
	학습 제어	제어 종류 : Module DB H-1 참조

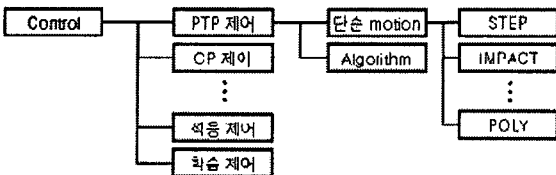


Fig. 7 Diagram of Control Module Elements

4.6 평가환경(test bed) 모듈요소 DB

평가환경 모듈요소 DB 는 가상시험평가 시 기

준이 되는 평가환경을 제공한다. Table 17 에서 평가환경의 종류를 보여주고 있으며, Fig 8 에서 그 분류를 도식적으로 보여주고 있다. Fig 9 에서 test bed 를 구성하는 다양한 요소들을 가상모델링 되어진 3D 형상으로 보여주고 있다.

Table 17 Classification of Test Bed Module Elements (Please refer to Module DB)

	종류	정의 및 설명
Testbed Type 1	Testbed A	전체 시험 평가 환경에 대한 정의
	Testbed B	
	OPEN	예: 전시장(갤러리, 박물관), 아파트, 전원주택... Module DB I-1-1 참조
	Testbed A-1	부분별 시험 평가 항목에 따른 환경 정의
Testbed A-2		
Testbed Type 2	OPEN	예 : 마찰력 테스트, 장애물 통과, 장애물 회피... Module DB I-2 참조
	Cosimulation	센서 모듈과 제어 모듈을 함께 평가하면서 로봇 시스템에 적합한 제어기 도출 및 시스템 성능 평가 Module DB I-3 참조

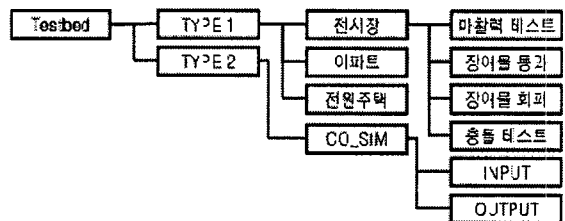
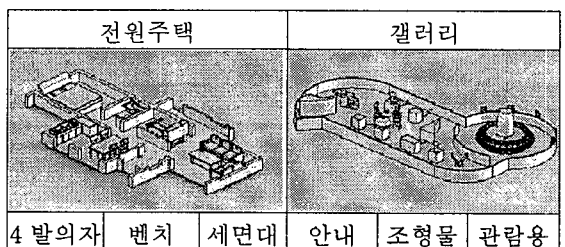


Fig. 8 Diagram of Test Bed Module Elements



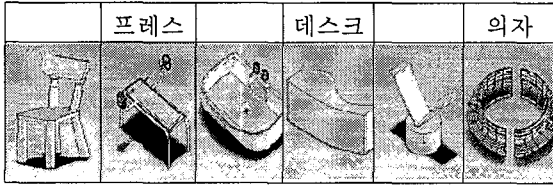


Fig. 9 Example Models of Test Bed

5. 결 론

본 논문에서는 자율로봇의 시험평가를 위하여 수행하는 가상모델링 시 다양한 정보를 제공할 수 있는 표준 DB 를 연구, 작성 하였다. 이렇게 구축된 기본요소 및 모듈 DB 는 자율로봇의 가상 시험평가 시 보다 체계적이고 표준화된 모델생성 및 다양한 평가를 수행하는데 도움을 줄 수 있도록 구성되어졌다. 기본요소 DB 에서는 자율로봇을 구성하고 있는 기본적인 요소들 즉 기본형상, 구속조건, 접촉, 힘 등이 정의 되어졌으며, 모듈 DB 에서는 기본요소를 바탕으로 보다 특성화된 모델링환경을 제공하기 위한 정보를 제공하고 있다. 몸체 모듈요소, 구동계 모듈요소, 매니플레이터 모듈요소, 센서 모듈요소, 제어 모듈요소, 평가환경 모듈요소들이 모듈요소 DB 를 구성하며, 이렇게 정의되어진 각 DB 들은 가상시험평가의 표준 기본체계를 마련하기 위하여 중요한 정보로 활용 되어질 것이다.

참고문헌

1. “자율로봇종합평가기술표준화 2 차년도 보고서,” 경희대학교, 2005.
2. “자율로봇종합평가기술표준화 3 차년도 보고서,” 경희대학교, 2006.
3. “퍼스널로봇용 Mechanism 및 핵심부품 개발보고서,” 산업자원부, 2004.