

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2024 년 1 월 25 일 (25.01.2024)



(10) 국제공개번호
WO 2024/019308 A1

(51) 국제특허분류:

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 50/10 (2012.01)

G06Q 50/04 (2012.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2023/007191

(22) 국제출원일:

2023 년 5 월 25 일 (25.05.2023)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2022-0089360 2022 년 7 월 20 일 (20.07.2022) KR

(71) 출원인: 울산과학기술원 (UNIST(ULSAN NATIONAL

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY))

[KR/KR]; 44919 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길

50, Ulsan (KR).

(72) 발명자: 김남훈 (KIM, Namhun); 44919 울산광역시

울주군 언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR). 박수형

(PARK, Soohyung); 44919 울산광역시 울주군 언양읍

유니스트길 50, Ulsan (KR). 스티드클리트 알렉스

(STEED, Clint Alex); 44919 울산광역시 울주군

언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR). 아우예스칸울란벡

(AUYESKHAN, Ulanbek); 44919 울산광역시 울주군

언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR). 김동현 (KIM, Dong-

Hyun); 44919 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길

50, Ulsan (KR).

(74) 대리인: 김종선 (KIM, Jong Sun); 06242 서울특별시

강남구 역삼로3길 11, 12층 (역삼동, 광성빌딩), Seoul

(KR).

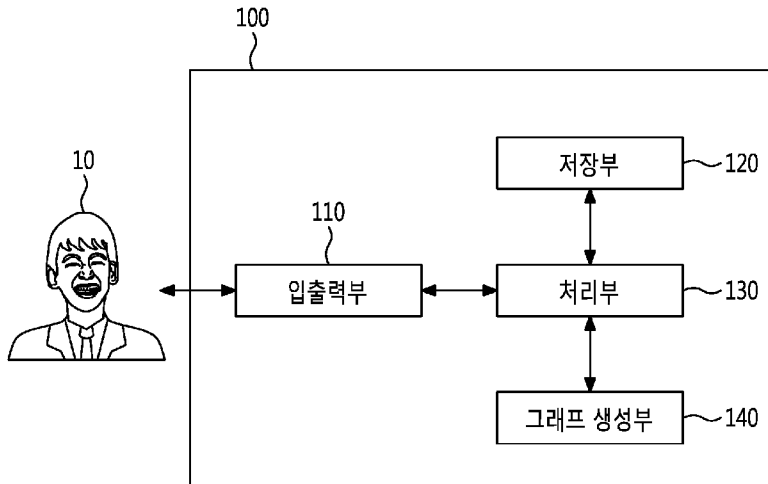
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의

국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT,

AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: DECISION-MAKING SYSTEM FOR MANUFACTURING DESIGN

(54) 발명의 명칭: 제조 설계를 위한 의사 결정 시스템



110 ... Input/output unit

120 ... Storage unit

130 ... Processing unit

140 ... Graph generation unit

(57) Abstract: A decision-making system of the present invention comprises: an input/output unit for receiving input requirements and outputting a result according to the input requirements; a storage unit for storing individual design alternatives; a processing unit for combining the requirements and the design alternatives, quantifying dependencies of the requirements and design characteristics, so as to provide an interaction matrix; and a graph generation unit for generating a satisfaction graph to visually express whether the requirements are satisfied for each configuration of the design alternatives on the basis of the interaction matrix. Accordingly, in manufacturing design, visual information can be provided to enable comparison of various design alternatives according to requirements of users.

[다음 쪽 계속]



CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명의 의사 결정 시스템은 요구 사항을 입력 받고, 입력된 요구 사항에 따른 결과물을 출력하는 입출력부,
개별적인 설계 대안들을 저장하는 저장부, 상기 요구 사항과 설계 대안을 결합하여 요구 사항과 설계 특성의 종속성을
수량화하여 상호작용 행렬을 제공하는 처리부 및, 상호작용 행렬에 근거하여 설계 대안의 구성마다 요구 사항의 충족여부가
시각적으로 표현되도록 만족도 그래프를 생성하는 그래프 생성부를 포함한다. 이에 따라, 제조 설계에 있어서 사용자들의
요구 사항에 맞춰 다양한 설계 대안을 비교할 수 있도록 시각적 정보를 제공할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 제조 설계를 위한 의사 결정 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 제조 설계를 위한 의사 결정 시스템에 관한 것으로서, 특히, 제조 설계에 있어서 사용자들의 요구 사항에 맞춰 다양한 설계 대안을 비교할 수 있도록 시각적 정보를 제공하는 의사 결정 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 워크플로우 기술이란, 문서, 정보, 태스크 등을 일련의 업무절차 규칙에 의한 처리를 위해 한 사용자(어플리케이션)에서 다른 사용자로 전달하는 비즈니스 프로세스의 자동화 기술을 의미한다. 특히 데이터기반 서비스 워크플로우 생성절차는 다음과 같다. 먼저, 데이터 소스와 그 데이터 소스 수집방법을 결정한다. 수집된 데이터의 처리방법을 결정하고 분석방법을 결정한다(예를 들어, 기계학습, 예측, 지식추론 등에 의한 분석). 분석된 결과를 서비스하기 위한 방법을 결정한다. 이 해당 워크플로우를 실행하기 위해 필요한 엔진(들)을 구성하고 엔진 간의 연계방법을 정의함으로써 워크플로우 생성 절차가 마무리된다.
- [3] 최근에, 제조 설계에서도 워크플로우 기술을 적용하여 사용자의 요구 사항에 따른 설계 대안을 제공하는 기술들이 개발되었다. 그러나, 사용자의 요구사항이 제대로 반영되었는지 확인할 방법이 없다는 문제점이 있다.
- [4] 더구나, 제조 설계의 프레임워크는 일반적으로 경험이 풍부한 사용자의 판단에 의존하여 가치/품질을 수량화한다(예: TRIZ). 다른 프레임워크는 높은 수준의 기술 및 수학적 전문 지식이 필요한 "설계 방정식"으로 문제를 설명하는 데 의존한다. 여기서 실제 데이터에서 확률 분포까지 가치와 성능을 정량화하여 이러한 책임의 요구 사항과 가능한 인적 오류를 줄이기 위한 기술의 개발이 시급한 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 제조 설계에 있어서 사용자들의 요구 사항에 맞춰 다양한 설계 대안을 비교할 수 있도록 시각적 정보를 제공하는 의사 결정 시스템을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [6] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 의사 결정 시스템은 요구 사항을 입력 받고, 입력된 요구 사항에 따른 결과물을 출력하는 입출력부; 개별적인 설계 대안들을 저장하는 저장부; 상기 요구 사항과 상기 설계 대안을 결합하여 상기 요구 사항과 설계 특성의 종속성을 수량화하여 상호작용 행렬을 제공하는 처리부; 및, 상기 상호작용 행렬에 근거하여 상기 설계 대안의

구성마다 상기 요구 사항의 충족여부가 시각적으로 표현되도록 만족도 그래프를 생성하는 그래프 생성부;를 포함할 수 있다.

- [7] 또한, 상기 처리부는, 전제조건화된 상호작용 행렬을 제공할 수 있다.
- [8] 또한, 상기 처리부는, 상기 전제조건화된 상호작용 행렬에 따른 상기 설계 대안을 구성하되, 가정의 범위를 수량화하고, 조건화된 상호작용 행렬을 제공할 수 있다.
- [9] 또한, 상기 처리부는, 상기 조건화된 상호작용 행렬을 제공하기 전에, 설계 특성의 외부 정량화를 수행하고, 결정론적 단변량 설계를 수행할 수 있다.
- [10] 또한, 상기 처리부는, 상기 조건화된 상호작용 행렬을 제공하기 전에, 설계 특성의 외부 정량화를 수행하고, 통계론적 단변량 설계를 수행할 수 있다.
- [11] 또한, 상기 처리부는, 상기 조건화된 상호작용 행렬을 제공하기 전에, 설계 특성의 외부 정량화를 수행하고, 통계론적 다변량 설계를 수행한 후 상기 통계론적 다변량 설계 특성에서 통계적 단변량 설계 특성으로 데이터를 변환하는 차원축소를 수행할 수 있다.
- [12] 또한, 상기 그래프 생성부는, 사용자(의사결정권자)가 고객들 요구에 가장 부합하는 디자인을 선택할 수 있도록 하되, 여러 디자인 설계를 제공하도록 만족도 그래프를 생성할 수 있다.

발명의 효과

- [13] 상기와 같은 본 발명에 따른 의사 결정 시스템은 제조 설계에 있어서 사용자들의 요구 사항에 맞춰 다양한 설계 대안을 비교할 수 있도록 시각적 정보를 제공할 수 있다.
- [14] 이에, 사용자는 설계 대안이 요구 사항을 얼마나 잘 충족하는지 시각적 정보로 표현되기 때문에 요구 사항에 대한 검증이 편리하게 이루어질 수 있다. 나아가, 요구사항에 따른 설계 대안이 하나 이상 제공되어 더 나은 대안을 선택할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 의사 결정 시스템의 구성을 간략하게 나타내는 블록도이다.
- [16] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 의사 결정 워크플로우 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [17] 도 3은 본 발명의 의사 결정 시스템의 설계 대안을 제공하기 위한 데이터 처리 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [18] 도 4는 도 3의 프레임워크의 데이터 처리 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [19] 도 5는 본 발명의 상호작용 행렬을 설명하기 위한 도면이다.
- [20] 도 6은 본 발명의 만족도 그래프를 설명하기 위한 도면이다.
- [21] 도 7은 본 발명의 의사 결정 시스템의 사용 예를 간략하게 나타내는 도면이다.
- [22] 도 8은 도 7의 GUI를 설명하기 위한 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [23] 이하에서 본 발명의 기술적 사상을 명확화하기 위하여 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하도록 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성요소에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 도면들 중 실질적으로 동일한 기능구성을 갖는 구성요소들에 대하여는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 참조번호들 및 부호들을 부여하였다. 설명의 편의를 위하여 필요한 경우에는 장치와 방법을 함께 서술하도록 한다.
- [24] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 의사 결정 시스템의 구성을 간략하게 나타내는 블록도이다.
- [25] 도 1을 참조하면, 의사 결정 시스템(100)은 입출력부(110), 저장부(120), 처리부(130) 및 그래프 생성부(140)를 포함할 수 있다.
- [26] 입출력부(110)는 요구 사항을 입력 받고, 입력된 요구 사항에 따른 결과물을 출력할 수 있다. 여기서, 요구 사항은 설계에 있어서 달성되어야 하는 기준들의 집합을 의미할 수 있다. 이러한 요구 사항은 고객으로부터 요구되는 납품 기일 또는 제조 시스템의 요구 사항인 부품의 크기일 수 있다.
- [27] 저장부(120)는 개별적인 설계 대안들을 저장할 수 있다. 여기서, 설계 대안은 조립을 위한 개별적인 설계안들의 집합일 수 있다. 각 설계안에는 세부적인 특성이 포함될 수 있다. 여기서, 세부적인 특성은 부품 수일 수 있다. 이러한 설계 대안들은 서로 비교되어 저장될 수 있다.
- [28] 처리부(130)는 입력된 요구 사항과 저장된 설계 대안을 결합하여 요구 사항과 설계 특성의 종속성을 수량화하여 상호작용 행렬을 제공할 수 있다. 이러한 처리부(130)는 DfA(Design for Assembly), DfAM(Design for Additive Manufacturing) 및 AD(Axiomatic Design) 이론의 통합을 통해 가장 원하는 설계 대안을 추출하기 위한 의사 결정 지원 프레임워크를 포함할 수 있다. 여기서, 프레임워크는 공리적 설계(AD)를 기반으로 하는 DfAM 관련 제약 및 인간 측면을 포함하는 어셈블리 수준 설계 프레임워크를 의미할 수 있다.
- [29] 또한, 처리부(130)는 전제조건화된 상호작용 행렬을 제공할 수 있다. 이때, 처리부(130)는 전제조건화된 상호작용 행렬에 따른 상기 설계 대안을 구성하되, 가정의 범위를 수량화하고, 조건화된 상호작용 행렬을 제공할 수 있다.
- [30] 그래프 생성부(140)는 상호작용 행렬에 근거하여 설계 대안의 구성마다 요구 사항의 충족여부가 시각적으로 표현되도록 만족도 그래프를 생성할 수 있다.
- [31] 결국, 의사 결정 시스템(100)은 사용자들의 요구 사항에 맞춰서 다양한 대안을 제시하고 이들 대안들을 비교하여 의사결정을 지원할 수 있다. 이를 위해, 의사 결정 시스템(100)은 상호작용 행렬을 통해 요구사항에 따라 설계 대안이 적합하게 구성되었는지 확인하고 최종 결과는 만족도 그래프 형태로 사용자에게 제공

함으로써 최종 결과물을 가지고 사용자(의사결정권자)가 고객들 요구에 가장 부합하는 디자인을 선택할 수 있도록 하되, 어느 하나의 디자인 설계를 제안하는 것이 아니고 여러 디자인 설계를 제공하여 사용자가 가장 만족하는 설계 대안을 선택할 수 있도록 의사결정을 지원할 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

- [32] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 의사 결정 워크플로우 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [33] 도 1 및 도 2를 참조하면, 의사결정 시스템(100)은 입출력부(110)를 통해 요구 사항이 입력되면(S210), 처리부(130)는 기저장된 설계 대안의 집합에 근거하여 설계 특성을 구성할 수 있다. 입력된 요구 사항과 저장된 설계 대안을 결합하여 요구 사항과 설계 특성의 종속성을 수량화하여 상호작용 행렬을 제공한다(S220). 이후, 그래프 생성부(140)는 상호작용 행렬에 근거하여 만족도 그래프를 생성하고, 생성된 만족도 그래프는 입출력부(110)를 통해 표시될 수 있다(S230).
- [34] 이때, 그래프 생성부(140)는 사용자(의사결정권자)가 고객들 요구에 가장 부합하는 디자인을 선택할 수 있도록 하되, 어느 하나의 디자인 설계를 제안하는 것이 아니고 여러 디자인 설계를 제공하도록 만족도 그래프를 생성할 수 있다.
- [35] 도 3은 본 발명의 의사 결정 시스템의 설계 대안을 제공하기 위한 데이터 처리 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [36] 도 1 및 도 3을 참조하면, 의사결정 시스템(100)은 요구 사항에 따른 설계 대안별 자동화 의사결정 워크 플로우를 수행할 수 있다.
- [37] 입출력부(110)를 통해 요구 사항이 입력되면, 처리부(130)는 설계 대안을 구성한다(S310). 이때, 설계 특성을 구성한다. 이를 위해 처리부(130)는 저장부(120)에 저장된 개별적인 설계 대안들을 서로 비교하여 설계 대안을 구성할 수 있다.
- [38] 이후, 설계 특성의 외부 정량화를 수행한다(S320). 즉, 조립 시간을 측정하기 위한 실험 및 비용을 결정하기 위한 평가를 수행할 수 있다.
- [39] 그리고, 결정론적 단변량 설계 특성(Deterministic Uni-variate Characteristic)을 구성한다(S331). 여기서, 결정론적 단변량 설계 특성은 범위로 값이 표시될 수 있다. 예를 들어, 비용은 \$9~10로 표시될 수 있다.
- [40] 통계적 단변량 설계 특성(Statistical Uni-variate Characteristic)을 구성한다(S333). 여기서, 통계적 단변량 설계 특성은 테이블 파일로 데이터가 표시될 수 있다. 예를 들어, assembly_time.csv로 표시될 수 있다.
- [41] 통계적 다변량 설계 특성(Statistical variate Characteristic)을 구성한다(S335). 여기서, 통계적 다변량 설계 특성은 테이블 파일로 데이터가 표시될 수 있다. 예를 들어, x, y, z 형태가 포함된 tolerance.csv로 표시될 수 있다.
- [42] 통계적 다변량 설계 특성에서 통계적 단변량 설계 특성으로 데이터를 변환하는 차원 축소를 수행한다(S337). 즉, 프레임워크는 데이터를 단변량 형식으로 처리한다. 의사 결정에서 IXI(Norms)은 각 변수의 가중치에 영향을 미치기 때문에

중요하다. 예를 들어, (1,2,3)과 같이 3D 거리 $\vec{r}=(x,y,z)$ 로 주어진 어셈블리 오류의 예를 고려한다면, 이것을 하나의 숫자로 줄여야 한다. 이때, 선택한 표준은 작은 값이 최종 값에 기여하는 정도를 결정한다.

[43] 거기에는 3개의 인기 있는 표준 함수 L_1 , L_2 및 L_∞ 가 있다. 여기서, L_1 은 거리의 합(1+2+3), L_2 는 유클리드 거리 $\sqrt{1^2+2^2+3^2}$, L_∞ 는 최대 $\max(\text{입력})$ 에 해당한다.

[44] [표1]

Input	L_1	L_2	L_∞
(1,2,3)	7	3.74	3

[45] [표 1]은 결과 |X|(Norms)을 나타낸다.

[46] 직관은 L_1 은 모든 작은 차원을 고려하고 L_2 는 작은 숫자를 무시하며 L_3 은 최대 값만 고려한다. 이는 비최대 오류를 고려하는 정도에 영향을 준다. 어떤 경우에는 부품의 조립 오류(L-infinity)만 고려하고 다른 경우에는 사소한 오류가 중요하다(L-1).이러한 선택은 [표 2]와 같이 차원이 높을수록 더 중요해진다. 예를 들어, 오차가 여러 점으로 구성된 경우 $\vec{e}=\vec{r}_1+\vec{r}_2+\dots+\vec{r}_n$ 를 의미할 수 있다.

[47] [표2]

Input	L_1 (all errors are considered)	L_2 (small errors are almost ignored)	L_∞ (only max is considered)
(1,1,1,1,1,1,1,3)	11	4.1	3
(3,3,3)	9	5.196	3

[48] 다른 예로써, |X|(Norms)은 직접 추가할 수 없는 차원을 결합할 수 있다. 측정에 각도 어셈블리 오류를 추가하면 3개의 거리와 3개의 각도가 있다.

[49] $x=(1,2,3,10^\circ,20^\circ,30^\circ)=(x,y,z,\theta,\phi,\psi)$.

[50] 이 경우 표준을 사용하여 (1) 거리와 각도를 스케일링하여 결합할 수 있도록 하고 (2) 오차를 설명할 때 거리와 상대적인 각도의 중요성을 조정할 수 있다. 예를 들어, $error=w_1*Norm(x,y,z)+w_2*Norm(\theta,\phi,\psi)$, 여기서 w_2 가 크면 거리가 덜 중요하고 각도가 더 강조된다.

[51] 요구 사항과 설계 대안의 특성들은 단변량 설계된 데이터들이 프레임워크를 통해 상호작용 행렬로 제공될 수 있다(S340).

[52] 그리고, 그래프 생성부(140)는 상호작용 행렬에 근거하여 만족도 그래프를 생성한다(S350). 이때, 결정론적 설계 특성은 균등 분포로 나타낼 수 있고, 통계적 설계 특성은 경험적 분포로 나타낼 수 있다.

[53] 도 4는 도 3의 프레임워크의 데이터 처리 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[54] 프레임워크를 통해 요구사항은 설계 대안과 동일한 데이터 특성과 처리 과정을 가질 수 있다. 다만, 요구 사항의 경우 설계 대안이 달성해야 하는 사항을 나타낸

다. 이때, 상호작용 행렬은 설계 대안의 특성과 요구 사항의 종속성을 수량화하는 역할을 수행한다. 이에, 워크플로우 프로세스를 단순화하기 위해 가정이 필요하며, 상호작용 행렬은 이러한 가정의 범위를 수량화한다.

[55] 이를 위해 공리적 설계(AD) 기반의 DfAM 결정 프레임워크를 상세하게 설명한다.

[56] 우선, 실험적인 설계 대안 요소와 데이터 기반 분포를 제공할 수 있다. 이 전에도메인별 정의를 명확하게 한다.

[57] 설계 요구사항으로, 그 중 하나는 FR을 주요 요소로 간주하는 최종 사용자이고 다른 하나는 소위 nFR(Non-Functional Requirements)을 통해 정보를 전달하는 조립 또는 제조 관점이다. nFR은 명시적으로 식별되어야 한다. 이에, FR 대신 nFR을 추출하는 것으로 구성되지만 수학적으로 FR과 nFR은 두 공리에서 동일한 역할을 하나, 각각의 영역에서 개념적으로는 다르다. 한편, 설계 과정에서 모든 주요 CN을 특성화하면 문제의 중요한 구성 요소가 간과되지 않도록 보장할 수 있다.

[58] 본 실시예에서는 CN을 MN(Manufacturing Process Needs)으로 정의할 수 있다.

[59] 제조 요구 사항(S343)

[60] 조립(DfA)과 AM 생산성(DfAM)을 별도로 개선하기 위해 MN에서 추출한 nFR이 있다. 어셈블리 복잡성을 평가하기 위해 부품 및 패스너의 수, 취급 및 삽입 문제가 DfA 측면에서 고려된다. 또한 수동 및 자동 조립 유형이 모두 있음을 인정해야 한다. 본 발명은 소량 제조에서 어셈블리 생산성을 개선하고 어셈블리 설계의 인간적 측면을 입증하기 위해 수동 어셈블리에 중점을 둔다.

[61] 따라서 DfA 생산성을 향상시키기 위해 Assembly time-nFR1과 Displacement error-nFR2를 기반으로 간단한 2D 테이블의 설계 대안을 제시하고 평가한다. AM 생산성을 개선하기 위해 DfAM 제약 조건 하에서 어셈블리 설계의 지원 볼륨 nFR3도 고려될 수 있다.

[62] 비기능 요구 사항(nFR)(S345)

[63] nFR1-조립 시간은 공급망에서 제조 비용의 대부분을 차지하는 중요한 요소이며, DfA 규칙의 구현을 통해 제품 조립 시간을 50-75%로 단축하여 산업 부문에 재정적 이익을 줄 수 있다.

[64] nFR2-가상 현실(VR)을 통한 변위 오류는 부품 통합 어셈블리의 다양한 조합을 평가하는 데 유용한 매트릭이다. 이러한 조합의 예를 들면, i) 설계 복잡성 평가, ii) 수동 조립 중 조립 오류를 정량화하기 위해, iii) 조립 라인 작업자에게 통제된 환경을 제공하기 위해, iv) 조립 학습 과정을 가속화하기 위해 제품 출시 전에 조립품과 사람들의 상호 작용 방법을 제공할 수 있다.

[65] nFR3-지원 볼륨은 3D 프린팅 시 어셈블리에 있는 부품의 빌드 방향을 적절하게 관리해야 한다. 즉, 통합 부품 수가 증가함에 따라 더 큰 예상 면적으로 인해 지원 볼륨도 증가한다. 차례로 지지 부품의 제거를 더욱 어렵게 만들 수 있다.

- [66] 다시 말해서, nFR1 및 nFR2는 수동 조립 내의 DfA에서 사용자가 광범위하게 관여하기 때문에 어셈블리 설계의 사용자 측면과 직접 관련된다.
- [67] 그럼에도 불구하고 nFR이 설계 범위를 결정하기 전에 동일한 최상위 계층 구조에 있음을 나타내도록 강조해야 한다. 예를 들어, nFR1이 증가하면 nFR2가 감소하므로 종속적이며 상호 포괄적인 것으로 볼 수 있다. 그러나 반드시 사실이 아닐 수도 있으므로, 이를 피하기 위해 4개의 서로 다른 2D 테이블로 구성된 실험을 수행하여 독립성을 검증할 수 있다.
- [68] 다음은, 방법론 내에서 DfAM 관련 제약 조건을 설명한다.
- [69] DfAM 관련 제약 및 가정
- [70] 기능 영역(FR)에서는 nFR과 함께 허용 가능한 디자인을 제한하는 제약 조건이 있다. 그러나 제약 조건은 nFR과 달리 독립적이지 않을 것으로 예상되므로 상호 독립성을 입증할 필요가 없다.
- [71] 이 과정에서 설계 대안 중 인간적인 측면을 다루는 것이기 때문에 주요 제약은 어셈블리의 조립 시간과 조립 비용을 일정하게 유지하는 것이다. 통합된 부품의 수가 증가함에 따라 지지 체적도 증가하여 조립 비용이 많이 들기 때문에 이 가정은 유효하다. 반면에 통합되지 않은 부품이 많은 경우, 조립 시간과 관련된 비용이 그에 따라 많이 발생한다. 따라서, 언급한 두 가지 시나리오를 기반으로 구축 시간 및 비용의 결과는 동일하다고 가정한다.
- [72] 이러한 제약 조건은 어셈블리 부품의 조립 방향에 직접적으로 영향을 받으므로 조립 방향은 부품이 지지 구조의 최소 부피를 갖는 방식으로 제어될 수 있다.
- [73] 또한, 지지대를 제거할 수 있도록 후처리를 고려해야 한다.
- [74] nFR2에 따라 특정 설계의 어셈블러 협업을 설명하기 위해 너트가 있는 볼트와 같은 삽입 부품은 변위 오류로 이어지지 않기 때문에 고려하지 않는다고 가정한다.
- [75] 한편, 용접으로 접합하는 부품은 잔류응력에 의해 휘어질 수 있기 때문에, 조립 시 뭉쳐지지 않은 부품은 지그나 홀더를 사용해도 휘어지기 쉽다. 이러한 오류도 사람이 조립하는 과정에서 발생하는 것으로 간주된다.
- [76] 지그재그와 PV에 의한 FR-DP 분해(S347, S349)
- [77] 다음은 연결된 DP를 식별한다. 여기서 지그재그 방법을 사용하여 FR과 DP 사이를 매핑할 수 있다.
- [78] 해당 DP는 어셈블리 대안(DP1), 모서리 및 커넥터 수(DP2), 조립 방향(DP3)이다. 여기서, DP1과 DP2는 더 분해될 수 있다.
- [79] PV의 경우 공정 매개변수가 산업용 L-PBF에서 대부분 고정되어 있기 때문에 모든 DP가 이미 최적화된 공정 매개변수를 통해 달성될 수 있다고 말하는 것은 유효한 가정이다. 따라서 DP-PV 관계에서 구한 설계행렬도 AD-1을 따른다고 가정할 수 있다.
- [80] nFR은 각 시스템 범위에 대해 가장 적합한 분포를 선택할 수 있다. 예를 들어, nFR1의 시스템 범위는 감마 분포로 해석될 수 있다. 감마 분포의 관점에서 확률

변수는 n번째 어셈블리가 조립될 때까지의 대기 시간이라고 말할 수 있다. nFR2의 경우, 음의 값을 피하기 위해 로그 정규가 가장 적합한 분포로 선택된다.

- [81] 한편, Kolmogorov-Smirnov 검정(kstest)을 통해 감마 및 대수 정규 분포의 적합도를 확인할 수 있다. kstest는 [표 3]과 같이 p-값을 통해 적합도를 나타낸다. 모든 p-값은 실험 데이터를 준수한다(즉, p-값>0.05).

- [82] [표3]

nFR_distribution	Unconsol	Half-consol
nFR1_gamma	0.5690	0.2200
nFR2_lognorm	0.9996	0.9840

- [83] 설계자는 지정된 nFR을 충족하기 위해 설계 범위(DR)를 선택할 수 있다. DR은 LESS, MODERATE 및 MORE와 같은 3가지 레벨로 선택할 수 있다. 각 레벨은 특정 nFR의 중요성을 나타내며 레벨 선택은 특정 어셈블리 설계를 제조하기 위한 기계 공장의 기능을 일치시키는 것을 용이하게 한다. 예를 들어 고객이 제품을 빨리 조립하기를 원하면 nFR1을 LESS로 선택하고 적시에 고객의 요구를 충족시킬 수 있는 기계 공장을 찾을 수 있다. 여기서, nFR의 모든 DR은 수행된 실험(즉, nFR1 및 nFR2)과 후크 유형(즉, nFR3)의 특성을 기반으로 선택될 수 있다.

- [84] 실시예에서, nFR1 및 nFR2 각각에 대해 MODERATE DR을 감마 및 대수정규 분포 모드의 수단으로 설정한다. 이에, nFR1의 MODERATE DR은 0~55.561s이고 nFR2는 0~13.33mm이다. LESS 및 MORE의 DR은 각각 더 낮은 값과 더 큰 값에서 정량화를 설명하도록 설정되며, 이는 실험 결과를 기반으로 사용자가 조정할 수도 있다. AD 이론의 특징인 가중 계수는 튜닝 DR이 이미 어느 nFR이 더 중요한지를 보여주기 때문에 필요하지 않다는 점을 유의해야 한다.

- [85] 한편, nFR1과 nFR2의 시스템 범위는 실험적으로 알 수 있지만, nFR3의 경우 각 어셈블리에 대한 시스템 범위는 [표 4]과 같이 식별된 지지체적의 최소값과 최대값 사이로 설정된다.

- [86] [표4]

nFR3_uniform	Unconsol	Half-consol	Consol
System Ranges (mm3)	11114.568~16755.150	19932.250 ~48762.273	31741.781 ~43171.249

- [87] 연속 균일 분포는 설계 범위에 걸쳐 동일한 결과 확률을 나타내므로 nFR3이 균일 분포한다고 가정한다. nFR3의 DR은 어셈블리 유형의 값에 따라 선택된다.

- [88] 도 5는 본 발명의 상호작용 행렬을 설명하기 위한 도면이다.

- [89] 도 5를 참조하면, 첫째, 설계 특성, 둘째, 요구 사항, 셋째, 전제 조건화된 상호작용 행렬(@)은 요구 사항과 설계 특성 간의 상호작용 강도를 나타낸다. 다르게는, 전제 조건화된 상호작용 행렬은 요구 사항과 설계 특성 간의 종속성을 나타낸다.

즉, 하나를 변경하면 다른 하나가 이어서 크게 변경된다. 예를 들어, $(1, a) = 1$ 강한 종속성을 나타내고, $(1, b) = 0.1$ 로 약한 의존성을 나타낸다.

[90] 여기서, 상호작용 행렬을 구성하기 전에 nFR1과 nFR2가 서로 직교함을 증명할 수 있다. 기본적으로 이것은 nFR1과 nFR2 사이에 생성된 상관 행렬을 통해 2D 테이블의 각 가장자리와 변위 오류의 각 L1-norm을 통해 개별적으로 입증될 수 있다. L1-norm은 L2-norm보다 outlier에 대해 더 강력하기 때문에 L1-norm이 사용되었다.

[91] (식 1)

$$[92] \quad \|x\|_1 = \sum_{i=1}^n |x_i|$$

[93] nFR1과 nFR2의 독립성을 나타낼 수 있는 $\max(|x_i|) = 0.2235$ 임을 알 수 있다.

[94] DfA 및 DfAM 생산성을 구분했기 때문에 이제 nFR3은 nFR1 및 nFR2와 독립적이기 때문에 디자인 매트릭스에 추가할 수 있다. 따라서 최고 수준의 이 설계 매트릭스는 [표 5]와 같이 AM에 대한 모든 어셈블리를 쉽게 고려할 수 있다.

[95] [표5]

nFRs DPs		Assembly alternatives	Number of edges and connectors	Build orientation
		DP1	DP2	DP3
Less assembly time (s)	nFR1	A11	A21	A31
Displacement accuracy error (mm)	nFR2	A12	A22	A32
Support volume range (cm3)	nFR3	A13	A23	A33

[96] 가정(㉔)은 행과 열의 가장 높은 요소를 모두 저장하도록 설정하여 적용된다. 큰 값을 0으로 설정하면 부정확성이 더 커지기 때문에 사용자에게 이 프로세스가 공지된다. 사용자는 이 오류를 수정하거나 수락할 수 있다. 이 과정에서 사용자는 요구 사항 및 설계 특성을 추가로 분해할 수 있다. 예를 들어, 분리비는 구매비와 유지비로 나눌 수 있다.

[97] 실시예로, DfA에는 부품 처리 및 삽입 시간이 포함되므로 nFR1은 부품 처리 시간(nFR11)과 삽입 시간(nFR12)으로 분해할 수 있다. 해당 DP는 [표 6]의 부품 수

(DP11)와 인터페이스 수(DP12)를 의미한다. nFR11과 DP12가 직교하므로 여기에서 AD-1이 증명될 수 있다.

[98] [표6]

nFRs DPs		Number of parts	Number of interfaces
		DP11	DP12
Less parts handling time (s)	nFR11	X	0
Less parts inserting time (s)	nFR12	X	X

[99] nFR2의 경우 인간의 피로도(nFR21)와 DfA 복잡도(nFR22)와 주간(DP21), 인간 피험자 수(DP22)와 같은 각각의 DP로 더 분해가 가능하다. 작업의 수는 각각 사람 수 및 낮과 관련이 없으며 AD-1도 준수하는 디자인 매트릭스가 결합되지 않는다.

[100] 즉, 상호작용 행렬을 구성하기 위한 체계적인 접근은 분리 설계(식 2)를 초래할 수 있다.

[101] (식 2)

$$[102] \quad A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{21} & A_{31} \\ A_{12} & A_{22} & A_{32} \\ A_{13} & A_{23} & A_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & 0 & 0 \\ x & x & 0 \\ x & 0 & x \end{bmatrix}$$

[103] 그리고, 조건화된 상호작용 행렬(©)은 각 행과 열에 정확히 하나의 값을 갖는다.

[104] 도 6은 본 발명의 만족도 그래프를 설명하기 위한 도면이다.

[105] 도 6을 참조하면, 만족도 그래프는 특정 설계 구성이 요구 사항을 “얼마나 잘” 충족하는지 표현하며, 음영 처리된 영역은 요구 사항이 충족될 확률을 나타낸다.

[106] (a)는 통계적 설계 매개변수에 대한 만족도 그래프를 나타내고, (b)는 범위 매개변수, 즉 결정론적 설계 특성에 대한 만족도 그래프를 나타낸다.

[107] 일가 요구 사항은 요구 사항의 기준을 충족하는 값보다 앞의 영역(r_1)이 된다. 즉, 필요한 기준보다 비용이 낮을수록 좋음을 의미한다.

[108] 범위 요구 사항은 요구 사항의 기준들을 동시에 충족할 수 있도록 겹치는 영역이 생성된다. 일반적으로 두 개의 분포가 주어질 때 겹치는 영역이 사용된다.

[109] 음영 처리된 영역(r_2)은 요구 사항을 충족하는 특정 설계 구성의 확률을 의미하며, 영역이 넓을수록 좋은 결과를 의미한다. 이러한 값은 수치로도 제공될 수 있다.

[110]

- [111] 도 7은 본 발명의 의사 결정 시스템의 사용 예를 간략하게 나타내는 도면이다.
- [112] 도 7을 참조하면, 의사 결정 시스템은 설계 대안(410)과 요구 사항(420)에 따라 의사 결정 지원을 위한 툴인 GUI(430)를 제공하여 대안별 만족도 그래프(440)을 표시할 수 있다.
- [113] 이를 위해, 사용자로부터 여러 요구 사항 프로파일([0.1])이 입력되면, 요구 사항 특성 [1.1] 필드가 추가될 수 있다.
- [114] 예를 들어 가격 및 납품 기일, 그리고, 세부 값을 입력 받을 수 있다.
- [115] 고객 1은 가격 = \$8, 납품 기일 = 4주로 입력 받고,
- [116] 고객 2는 가격 = \$12, 납품 기일 = 2주로 입력 받을 수 있다.
- [117] 이때, 프로파일 여러 개 있지만 한 번에 하나만 활성화가 가능하다.
- [118] 예를 들어, 고객 1 또는 고객 2 중 하나만 선택되어 활성화가 가능하다.
- [119] 사용자로부터 여러 설계 대안([0.2])이 입력되면, 설계 특성 [1.1] 필드가 추가될 수 있다.
- [120] 필드가 결정적이면 범위가 제공되며, 필드가 통계적인 경우에는 데이터 파일이 업로드될 수 있다.
- [121] 예를 들어, 예상 비용 및 조립 시간이 제공될 수 있다.
- [122] 설계 대안 1은 부품 수 = 15 내지 28, 조립 시간 = assembly_time1.csv
- [123] 설계 대안 2는 부품 수 = 5 내지 7, 조립 시간 = assembly_time2.csv
- [124] 사용자에게 전제조건화된 상호작용 행렬이 제공될 수 있다.
- [125] 이때, 사용자에게 어떤 값이 0이 될 것인지에 대해 경고를 받은 동시에 큰 값이 강조되어 표시될 수 있다.
- [126] 이에 따라 사용자는 가정을 수용하고 예상되는 결과 오류를 확인할 수 있다.
- [127] 이때, 입력 특성을 재구성 할 수 있다. 즉, 특성을 추가로 분해하는 과정이 수행될 수 있다. 예를 들어, 제조원가 = 재료비/인건비 일 수 있다.
- [128] 다만, 이 프로세스에 대한 설명은 이 문서의 범위에서 벗어날 수 있다.
- [129] 오류를 초래하는 상호작용 값을 확인하고 사용자는 이를 허용할지 여부를 결정해야 한다.
- [130] 이후, 사용자에게 만족도 그래프를 표시한다.
- [131] 다양한 설계 대안과 요구 사항 프로필을 전환하여 전반적인 통찰력을 추출할 수 있다.
- [132] 도 8은 도 7의 GUI를 설명하기 위한 도면이다.
- [133] 도 7 및 도 8을 참조하면, 의사 결정 시스템은 의사 결정 지원을 위한 GUI(500)를 제공할 수 있다. 먼저 어셈블리 유형을 선택해야 원하는 수준의 DR이 있는 각 nFR을 선택할 수 있다.
- [134] GUI(500)는 nFR의 확률 밀도와 해당 특정 후크 유형의 정보 콘텐츠를 계산한다. 또한 모든 후크 유형의 확률 밀도 및 정보 콘텐츠는 Update(510)를 누르면 표시되고 계산된다.

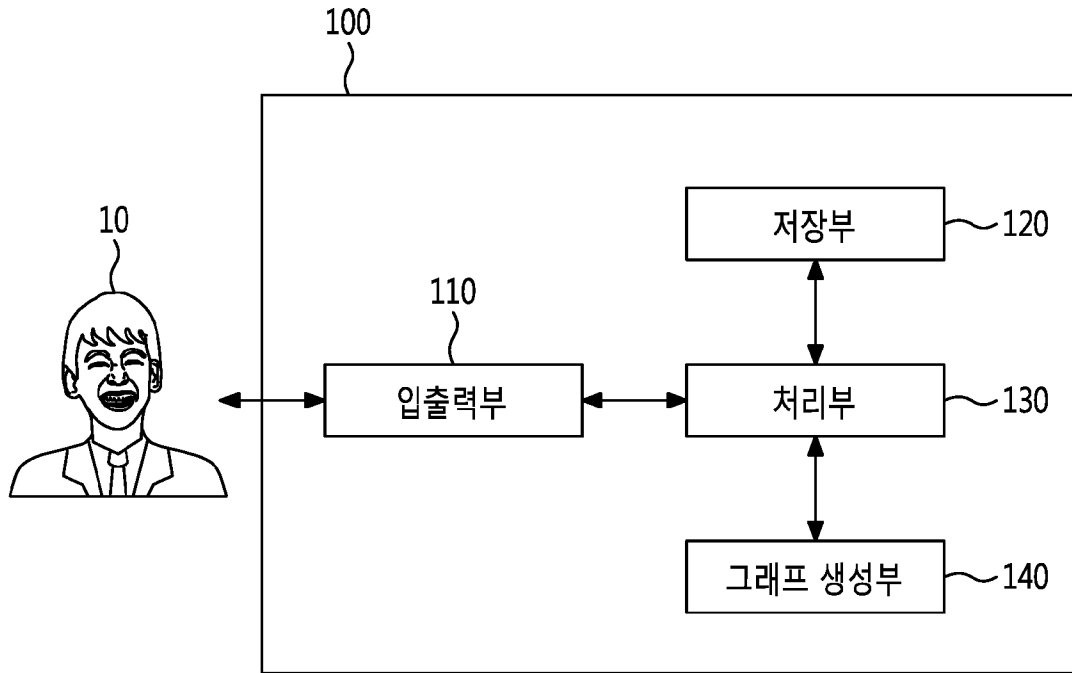
- [135] 비교를 위해 다음은 $DR\{nFR1\}=LESS$, $DR\{nFR2\}=MODERATE$ 및 $DR\{nFR3\}=MORE$ 일 때 각 hook 유형의 정보 목차 내용과 확률 밀도 플롯의 요약 을 보여준다. 이때, 여러 요구 사항 프로파일과 설계 대안이 있다는 점에 유의하여 야 한다. 모든 요구 사항 프로파일 및 설계 대안에는 특성 목록이 포함되어 있다.
- [136] 이러한 특성은 여러 형태 중 하나로 표현될 수 있다. 예를 들어 범위나 분포로 표현될 수 있다. 특히, 다변수 특성의 경우 정규화 전략을 지정해야 한다.
- [137] 지금까지 본 발명에 대하여 도면에 도시된 바람직한 실시예들을 중심으로 상세 히 살펴보았다. 이러한 실시예들은 이 발명을 한정하려는 것이 아니라 예시적인 것에 불과하며, 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 전술한 설명이 아니라 첨부된 특허청구범위 의 기술적 사상에 의해서 정해져야 할 것이다. 비록 본 명세서에 특정한 용어들 이 사용되었으나 이는 단지 본 발명의 개념을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것 이지 의미한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 본 발명의 각 단계는 반드시 기재된 순서대로 수행되어야 할 필요는 없고, 병렬적, 선택적 또는 개별적으로 수행될 수 있다. 본 발명이 속하 는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 특허청구범위에서 청구하는 본 발명 의 본질적인 기술사상에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형 형태 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 균등물은 현재 공지된 균등물뿐만 아니라 장래에 개발될 균등물 즉 구조와 무관하게 동일한 기능을 수행하도록 발 명된 모든 구성요소를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [138] (부호의 설명)
- [139] 100: 의사 결정 시스템
- [140] 110: 입출력부 120: 저장부
- [141] 130: 처리부 140: 그래프 생성부

청구범위

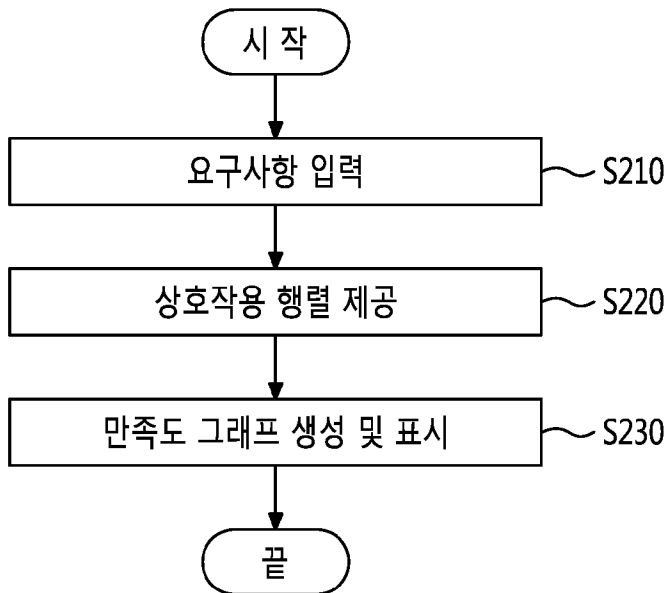
- [청구항 1] 요구 사항을 입력 받고, 입력된 요구 사항에 따른 결과물을 출력하는 입출력부;
 개별적인 설계 대안들을 저장하는 저장부;
 상기 요구 사항과 상기 설계 대안을 결합하여 상기 요구 사항과 설계 특성의 종속성을 수량화하여 상호작용 행렬을 제공하는 처리부; 및,
 상기 상호작용 행렬에 근거하여 상기 설계 대안의 구성마다 상기 요구 사항의 충족여부가 시각적으로 표현되도록 만족도 그래프를 생성하는 그래프 생성부;를 포함하는 의사 결정 시스템.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 처리부는,
 전제조건화된 상호작용 행렬을 제공하는 것을 특징으로 하는 의사 결정 시스템.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 처리부는,
 상기 전제조건화된 상호작용 행렬에 따른 상기 설계 대안을 구성하되, 가정의 범위를 수량화하고, 조건화된 상호작용 행렬을 제공하는 것을 특징으로 하는 의사 결정 시스템.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 처리부는,
 상기 조건화된 상호작용 행렬을 제공하기 전에, 설계 특성의 외부 정량화를 수행하고, 결정론적 단변량 설계를 수행하는 것을 특징으로 하는 의사 결정 시스템.
- [청구항 5] 제3항에 있어서,
 상기 처리부는,
 상기 조건화된 상호작용 행렬을 제공하기 전에, 설계 특성의 외부 정량화를 수행하고, 통계론적 단변량 설계를 수행하는 것을 특징으로 하는 의사 결정 시스템.
- [청구항 6] 제3항에 있어서,
 상기 처리부는,
 상기 조건화된 상호작용 행렬을 제공하기 전에, 설계 특성의 외부 정량화를 수행하고, 통계론적 다변량 설계를 수행한 후 상기 통계론적 다변량 설계 특성에서 통계적 단변량 설계 특성으로 데이터를 변환하는 차원축소를 수행하는 것을 특징으로 하는 의사 결정 시스템.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
 상기 그래프 생성부는,

사용자(의사결정권자)가 고객들 요구에 가장 부합하는 디자인을 선택할 수 있도록 하되, 여러 디자인 설계를 제공하도록 만족도 그래프를 생성하는 것을 특징으로 하는 의사 결정 시스템.

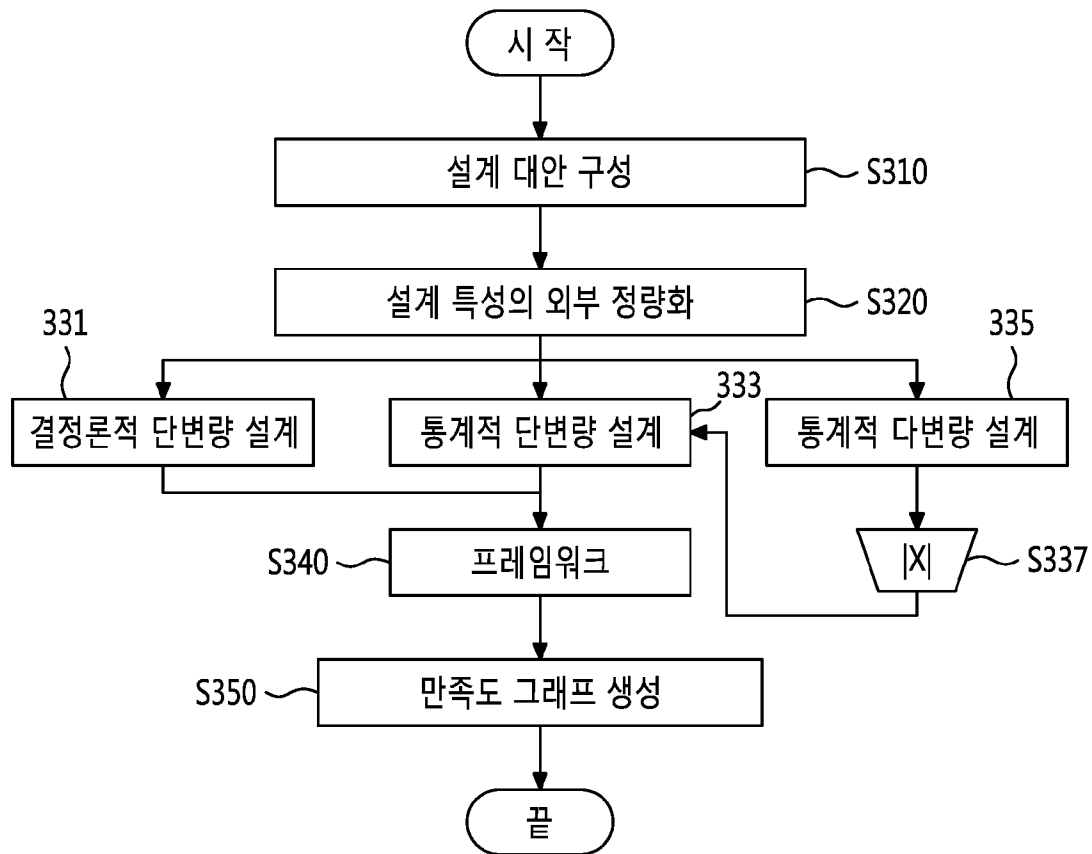
[도1]



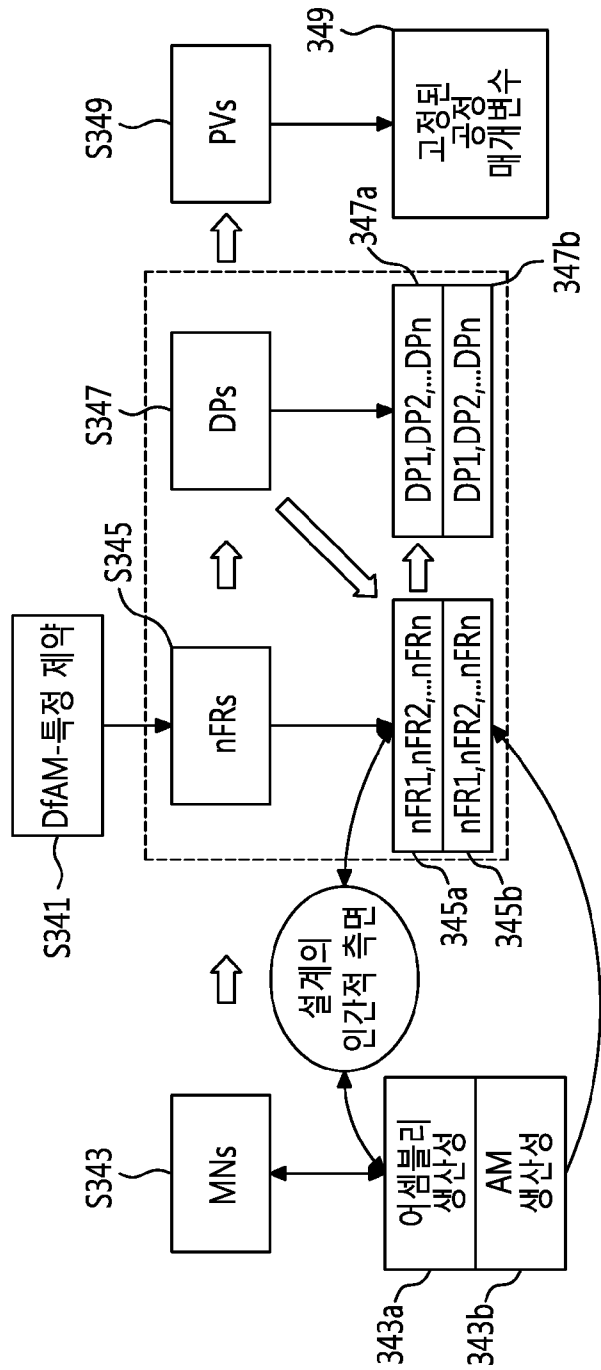
[도2]



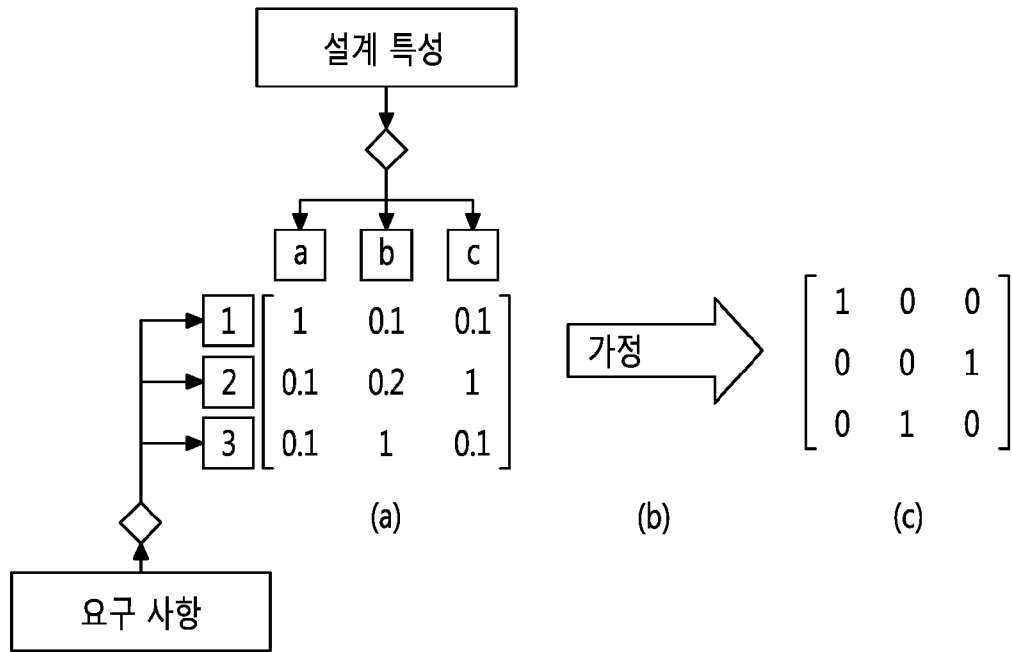
[도3]



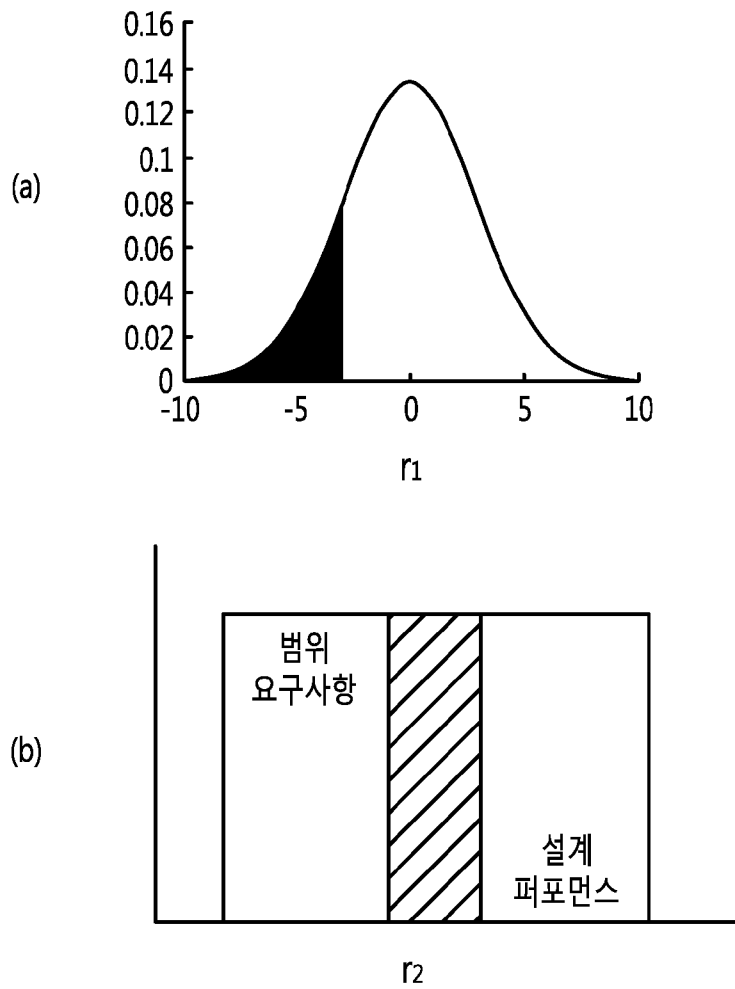
[도4]



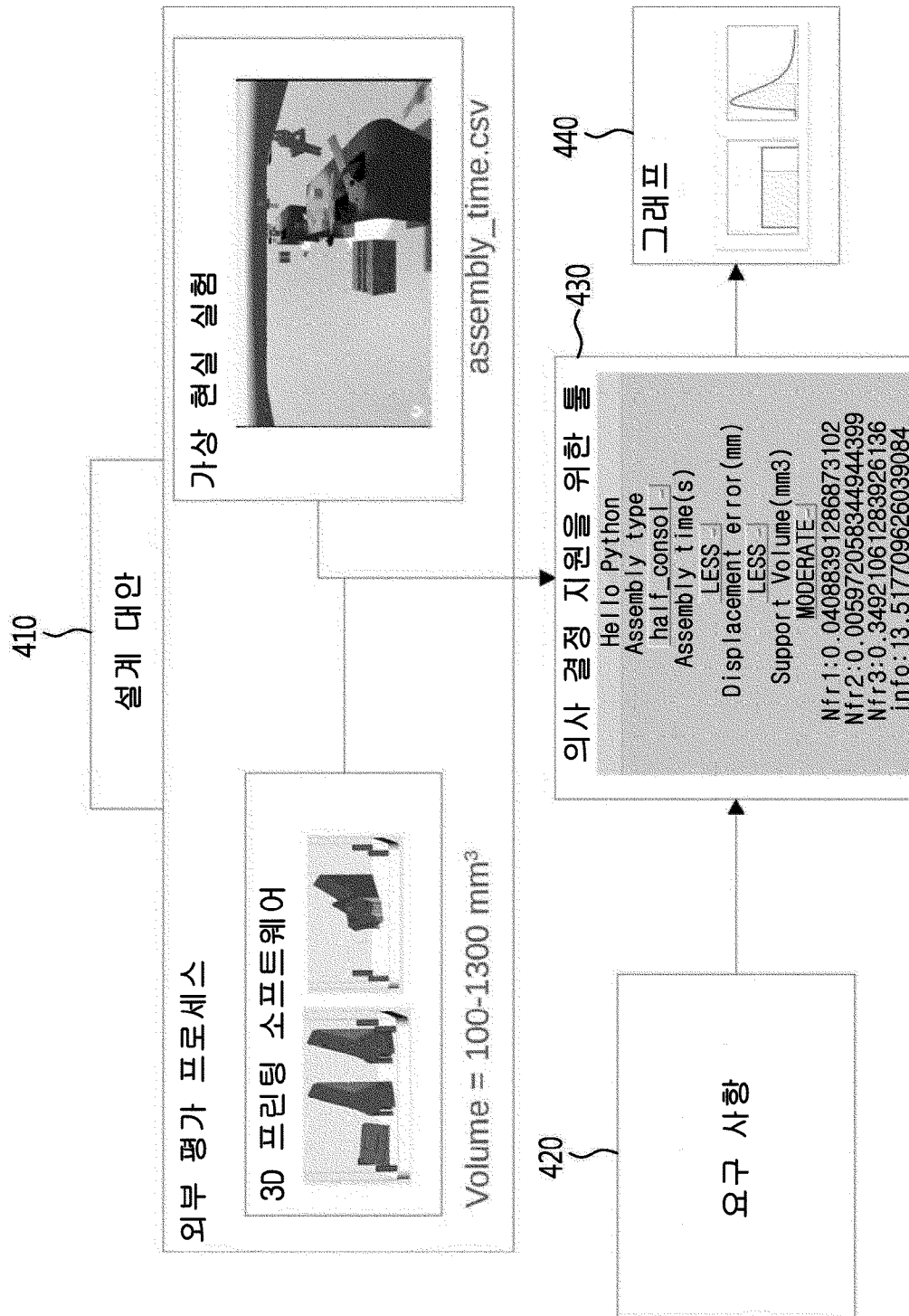
[도5]



[도6]

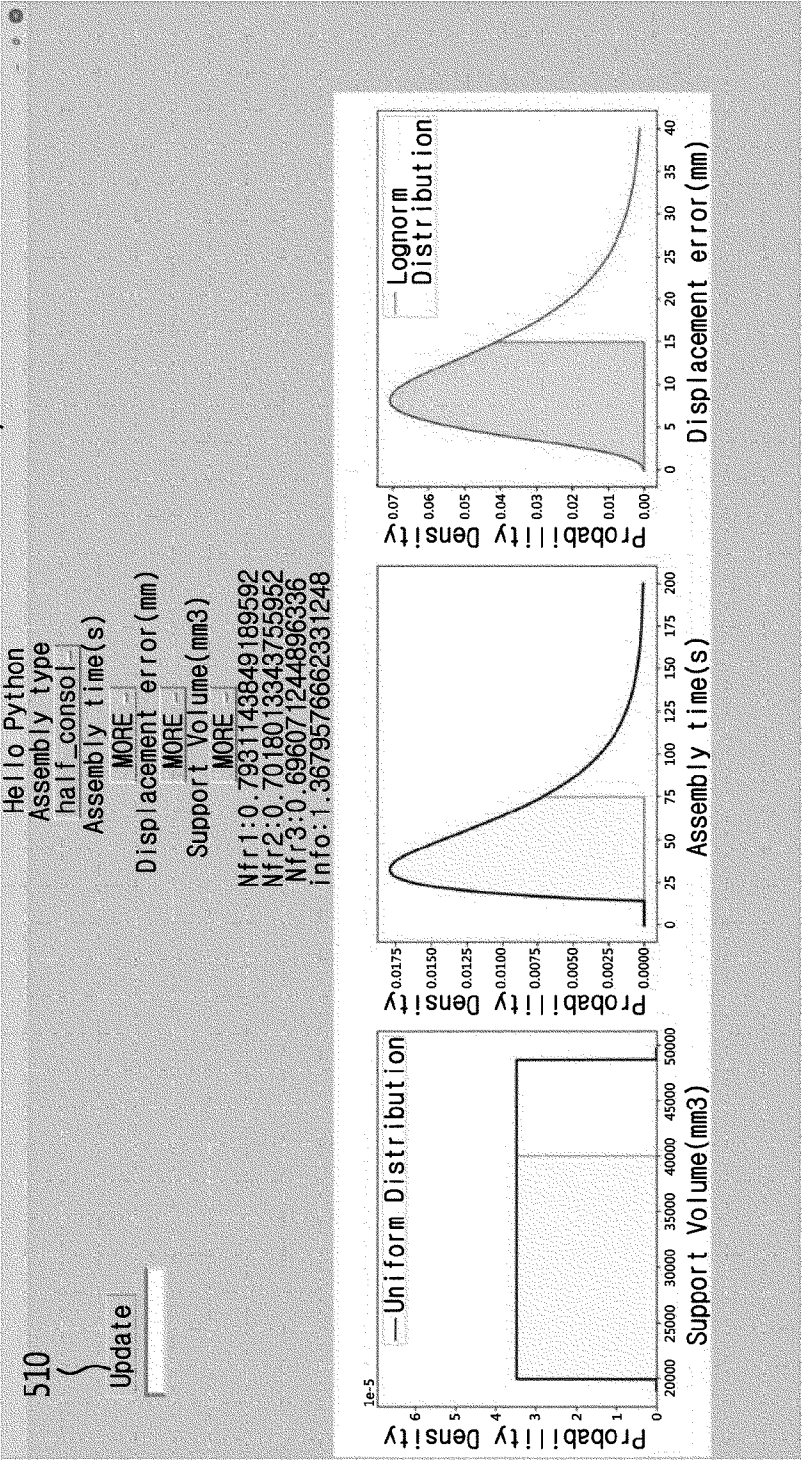


[도7]



[도8]

500



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/007191

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06Q 10/06(2012.01)i; G06Q 50/04(2012.01)i; G06Q 50/10(2012.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06Q 10/06(2012.01); G05B 23/02(2006.01); G06Q 10/00(2006.01); G06Q 10/10(2012.01); G06Q 50/04(2012.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 의사 결정(decision-making), 제조 설계(manufacturing design), 워크플로우(workflow), 행렬(matrix), 단변량(uni-variate), 다변량(variate)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2003-0049923 A (LG ELECTRONICS INC.) 25 June 2003 (2003-06-25) See paragraphs [0013]-[0045].	1-7
Y	RANSIKARBUM, Kasin et al. Multicriteria decision analysis framework for part orientation analysis in additive manufacturing. Journal of Computational Design and Engineering. Vol. 8, Issue 4, pp. 1141-1157, 08 July 2021. See pages 1144-1147.	1-7
Y	JP 2010-506253 A (FISHER-ROSEMOUNT SYSTEMS INC.) 25 February 2010 (2010-02-25) See paragraphs [0076]-[0078].	4-6
A	KR 10-2151432 B1 (AGENCY FOR DEFENSE DEVELOPMENT et al.) 03 September 2020 (2020-09-03) See paragraphs [0035]-[0205].	1-7
A	JP 5651895 B2 (NEC CORP. et al.) 14 January 2015 (2015-01-14) See paragraphs [0027]-[0048].	1-7
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 September 2023		Date of mailing of the international search report 12 September 2023
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2023/007191

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2003-0049923	A	25 June 2003	None			
JP	2010-506253	A	25 February 2010	CN	101529355	A	09 September 2009
				CN	101535910	A	16 September 2009
				CN	101542407	A	23 September 2009
				CN	101542408	A	23 September 2009
				CN	101542409	A	23 September 2009
				CN	101583914	A	18 November 2009
				CN	101617279	A	30 December 2009
				EP	2062106	A2	27 May 2009
				EP	2062107	A2	27 May 2009
				EP	2064604	A2	03 June 2009
				EP	2067084	A2	10 June 2009
				EP	2067086	A2	10 June 2009
				EP	2067087	A2	10 June 2009
				EP	2095197	A2	02 September 2009
				JP	2010-506256	A	25 February 2010
				JP	2010-506257	A	25 February 2010
				JP	2010-506258	A	25 February 2010
				JP	2010-506261	A	25 February 2010
				JP	2010-506267	A	25 February 2010
				JP	2010-522905	A	08 July 2010
				US	2008-0082181	A1	03 April 2008
				US	2008-0082194	A1	03 April 2008
				US	2008-0082195	A1	03 April 2008
				US	2008-0082297	A1	03 April 2008
				US	2008-0082299	A1	03 April 2008
				US	2008-0082302	A1	03 April 2008
				US	2008-0091390	A1	17 April 2008
				US	7853339	B2	14 December 2010
				US	7853431	B2	14 December 2010
				US	7917240	B2	29 March 2011
				US	7937164	B2	03 May 2011
				US	7966149	B2	21 June 2011
				US	8014880	B2	06 September 2011
				US	8489360	B2	16 July 2013
				WO	2008-042757	A2	10 April 2008
				WO	2008-042757	A3	29 January 2009
				WO	2008-042758	A2	10 April 2008
				WO	2008-042758	A3	24 July 2008
				WO	2008-042759	A2	10 April 2008
				WO	2008-042759	A3	27 August 2009
				WO	2008-042786	A2	10 April 2008
				WO	2008-042786	A3	12 September 2008
				WO	2008-042807	A2	10 April 2008
				WO	2008-042807	A3	29 May 2008
				WO	2008-042809	A2	10 April 2008
				WO	2008-042809	A3	07 August 2008
KR	10-2151432	B1	03 September 2020	None			
JP	5651895	B2	14 January 2015	JP	2011-221782	A	04 November 2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G06Q 10/06(2012.01)i; G06Q 50/04(2012.01)i; G06Q 50/10(2012.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G06Q 10/06(2012.01); G05B 23/02(2006.01); G06Q 10/00(2006.01); G06Q 10/10(2012.01); G06Q 50/04(2012.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 의사 결정(decision-making), 제조 설계(manufacturing design), 워크플로우(workflow), 행렬(matrix), 단변량(uni-variate), 다변량(variate)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2003-0049923 A (엘지전자 주식회사) 2003.06.25 단락 [0013]-[0045]	1-7
Y	KASIN RANSIKARBUM 등, Multicriteria decision analysis framework for part orientation analysis in additive manufacturing, Journal of Computational Design and Engineering, Vol. 8, Issue 4, pp. 1141-1157, 2021.07.08 페이지 1144-1147	1-7
Y	JP 2010-506253 A (FISHER-ROSEMOUNT SYSTEMS INC.) 2010.02.25 단락 [0076]-[0078]	4-6
A	KR 10-2151432 B1 (국방과학연구소 등) 2020.09.03 단락 [0035]-[0205]	1-7
A	JP 5651895 B2 (NEC CORP. 등) 2015.01.14 단락 [0027]-[0048]	1-7
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2023년09월12일(12.09.2023)		국제조사보고서 발송일 2023년09월12일(12.09.2023)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 이강하 전화번호 +82-42-481-5003

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2003-0049923 A	2003/06/25	없음	
JP 2010-506253 A	2010/02/25	CN 101529355 A	2009/09/09
		CN 101535910 A	2009/09/16
		CN 101542407 A	2009/09/23
		CN 101542408 A	2009/09/23
		CN 101542409 A	2009/09/23
		CN 101583914 A	2009/11/18
		CN 101617279 A	2009/12/30
		EP 2062106 A2	2009/05/27
		EP 2062107 A2	2009/05/27
		EP 2064604 A2	2009/06/03
		EP 2067084 A2	2009/06/10
		EP 2067086 A2	2009/06/10
		EP 2067087 A2	2009/06/10
		EP 2095197 A2	2009/09/02
		JP 2010-506256 A	2010/02/25
		JP 2010-506257 A	2010/02/25
		JP 2010-506258 A	2010/02/25
		JP 2010-506261 A	2010/02/25
		JP 2010-506267 A	2010/02/25
		JP 2010-522905 A	2010/07/08
		US 2008-0082181 A1	2008/04/03
		US 2008-0082194 A1	2008/04/03
		US 2008-0082195 A1	2008/04/03
		US 2008-0082297 A1	2008/04/03
		US 2008-0082299 A1	2008/04/03
		US 2008-0082302 A1	2008/04/03
		US 2008-0091390 A1	2008/04/17
		US 7853339 B2	2010/12/14
		US 7853431 B2	2010/12/14
		US 7917240 B2	2011/03/29
		US 7937164 B2	2011/05/03
		US 7966149 B2	2011/06/21
		US 8014880 B2	2011/09/06
		US 8489360 B2	2013/07/16
		WO 2008-042757 A2	2008/04/10
		WO 2008-042757 A3	2009/01/29
		WO 2008-042758 A2	2008/04/10
		WO 2008-042758 A3	2008/07/24
		WO 2008-042759 A2	2008/04/10
		WO 2008-042759 A3	2009/08/27
		WO 2008-042786 A2	2008/04/10
		WO 2008-042786 A3	2008/09/12
		WO 2008-042807 A2	2008/04/10
		WO 2008-042807 A3	2008/05/29
		WO 2008-042809 A2	2008/04/10
		WO 2008-042809 A3	2008/08/07
KR 10-2151432 B1	2020/09/03	없음	
JP 5651895 B2	2015/01/14	JP 2011-221782 A	2011/11/04