



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0020436
(43) 공개일자 2018년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 40/06 (2012.01) G06Q 10/04 (2012.01)
G06Q 10/06 (2012.01) G06Q 40/00 (2006.01)
G06Q 40/04 (2012.01)

(52) CPC특허분류

G06Q 40/06 (2013.01)
G06Q 10/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0104716

(22) 출원일자 2016년08월18일

심사청구일자 2016년08월18일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김형관

서울특별시 서대문구 연희로32길 48 , 102동 902호

김경석

서울시 송파구 오금로32길 (래미안송파파인탑) 105동 1803호

(74) 대리인

김인철

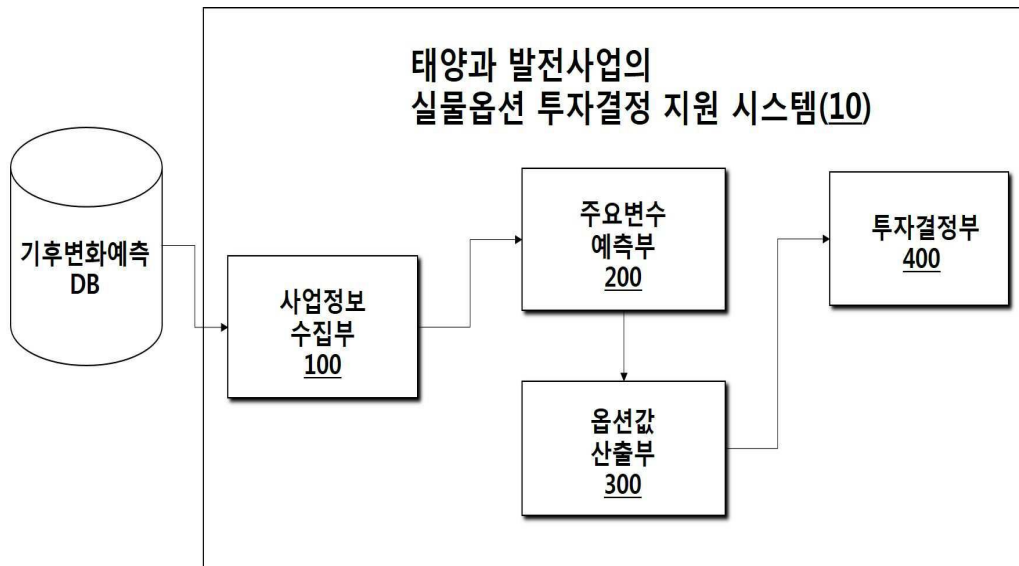
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법 및 지원 시스템

(57) 요약

본 발명은 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법은, (a) 태양광 발전사업 지역을 선정하고, 선정 지역의 사업 불확실성 요소정보 및 기후변화 시나리오 정보를 포함하는 사업정보를 수집하는 단계; (b) 수집된 사업정보에 따른 태양광 발전사업의 주요변수를 예측하는 단계; (c) 상기 기후변화 시나리오 정보를 이용하여 태양광 발전사업의 사업기간 동안의 매출액 및 변동성을 시뮬레이션하고 옵션값을 산출하는 단계; 및 (d) 산출된 옵션값과 각 사업년도의 이항격자 모델의 결과를 통하여 투자결정 정보를 획득하는 단계를 포함하여 구성된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G06Q 10/0637 (2013.01)

G06Q 40/00 (2013.01)

G06Q 40/04 (2013.01)

Y02E 40/70 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2014R1A2A1A11052499

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 현장안전/시공 관리 자동화.최적화를 위한 지능형 정보교감생태계개발(1/3,1 단계)(2014.11.1~2017.10.31)

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교

연구기간 2014.11.01 ~ 2015.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-0030040

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 선도연구센터지원사업

연구과제명 ERC/기후변화적응형 사회기반시설(1/3, 2단계)(2011.09.01~2018.08.31)

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학

연구기간 2015.09.01 ~ 2016.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 태양광 발전사업 지역을 선정하고, 선정 지역의 사업 불확실성 요소정보 및 기후변화 시나리오 정보를 포함하는 사업정보를 수집하는 단계;
- (b) 수집된 사업정보에 따른 태양광 발전사업의 주요변수를 예측하는 단계;
- (c) 상기 기후변화 시나리오 정보를 이용하여 태양광 발전사업의 사업기간 동안의 매출액 및 변동성을 시뮬레이션하고 옵션값을 산출하는 단계; 및
- (d) 산출된 옵션값과 각 사업년도의 이항격자 모델의 결과를 통하여 투자결정 정보를 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 (a) 단계는,

기후변화예측 DB로부터 유선 또는 무선으로 태양광 발전사업 선정 지역의 기후변화 시나리오 정보를 실시간 또는 주기적으로 수신 받아 수집하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 (a) 단계에서,

상기 사업 불확실성 요소정보는,

태양광 발전사업의, 프로젝트 투자비, 투자기간, 전력판매단가, 유지관리비용 및 태양광 발전량 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 (b) 단계는,

상기 사업 불확실성 요소정보 중 발전량 및 전기판매단가를 주요변수로 하여, 최상(best), 중간(moderate) 및 최악(worst) 시나리오에 따라 변수값을 예측하는 단계인 것을 특징으로 하는 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 (c) 단계는,

(c1) 상기 기후변화 시나리오 정보를 이용하여 태양광 발전사업의 사업기간 동안의 매출액을 시뮬레이션 하여 산출하는 단계;

(c2) 산출된 향후 매출액으로부터 변동성(volatility)을 수치화하여 산출하는 단계; 및

(c3) 수치화된 변동성 값을 이용하여 태양광 발전사업의 옵션값을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 변동성 값(σ)을 산출하는 식은,

$$\sigma = \frac{\ln(S_{opt}/S_{pes})}{4\sqrt{t}}$$

(여기서 S_{opt} 는 미래의 프로젝트 환경이 매우 긍정적인 경우 즉 최상(Best scenario)에 예상되는 기초자산 가치를 나타내며, S_{pes} 는 미래의 프로젝트 환경이 최악의 부정적인 경우(Worst scenario)에 예상되는 기초자산 가치를 나타낸다.)와 같은 식을 만족하는 것을 특징으로 하는 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물 옵션 투자결정 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 옵션값의 산출식은,

$$C = e^{-rt} [qP_u + (1-q)P_d]$$

(여기서, P_u 및 P_d 는 각각 $t+\Delta t$ 기간 후의 기초자산의 가격상승 시 옵션 기대값과 가격하락 시 옵션 기대값을 나타내고, r 은 무위험 이자율을 나타내고, q 는 위험중립확률을 나타낸다.)와 같은 식을 만족하는 것을 특징으로 하는 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물 옵션 투자결정 방법.

청구항 8

태양광 발전사업 지역을 선정하고, 선정 지역의 사업 불확실성 요소정보 및 기후변화 사나리오 정보를 포함하는 사업정보를 수집하는 사업정보 수집부;

수집된 사업정보에 따른 태양광 발전사업의 주요변수를 예측하는 주요변수 예측부;

상기 기후변화 시나리오 정보를 이용하여 태양광 발전사업의 사업기간 동안의 매출액 및 변동성을 시뮬레이션하고 옵션값을 산출하는 옵션값 산출부; 및

산출된 옵션값과 각 사업년도의 이항격자 모델의 결과를 통하여 투자결정 정보를 획득하는 투자결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물 옵션 투자결정 지원 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 사업정보 수집부는,

기후변화예측 DB로부터 유선 또는 무선으로 태양광 발전사업 선정 지역의 기후변화 시나리오 정보를 실시간 또는 주기적으로 수신 받는 것을 특징으로 하는 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물 옵션 투자결정 지원 시스템.

청구항 10

하드웨어와 결합되어, 청구항 1의 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물 옵션 투자결정 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터가 판독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양광 발전사업의 투자결정 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기후변화 시나리오에 기반한 특정 지역의 일사량을 활용하여 태양광발전사업의 프로젝트의 실물옵션 가치를 산출하여 그 경제성을 평가할 수 있는 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법 및 지원 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 태양광(Photovoltaic)발전은 2013년 기준으로, 세계적으로 139GW의 전력을 담당하고 있으며, 신재생에너지의 대표적인 발전원 중의 하나이다. 태양광발전은 발전기의 도움 없이 반도체를 이용하여 태양빛을 직접 전기에너지로 변환시키는 발전방식이다. 태양광발전은 수력, 풍력, 지열발전 등 타 신재생에너지와는 다르게, 설치장소와 발전용량에 상관없이 설치가 가능하다는 장점이 있다. 하지만, 이러한 장점에도 불구하고, 태양광발전은 기후로 인한 리스크의 영향을 받는다.

[0003] 그리고, 기후변화로 인하여 태양광 발전시장은 세계적으로 매년 40%씩 증가하고 있다. 태양광발전의 장점은 태양에너지는 무한이며, 이산화탄소 저감 및 기후변화를 완화할 수 있으며, 화석연료 수입을 줄여 에너지안보에 기여할 수 있다. 하지만, 기후변화로 인해 일사량과 기온의 변화가 발생함에 따라 각 사업지역별로 태양광발전사업의 발전량도 변화가 발생하고, 이에 대한 불확실성 역시 높아지고 있다.

[0004] 2014년 IPCC보고서에 의하면 지구의 기후변화가 장기간에 걸쳐서 기온과 일사량을 변화시킨다고 한다. 태양광발전사업의 에너지생산량 (발전량)은 일사량, 온도 등 기후 인자에 의해서 영향을 받는다. 따라서, 태양광발전사업에 투자할 때에는 설치지역의 미래 기후조건을 반드시 고려해야만 한다. 과거에서부터 사용하던 프로젝트의 경제성평가방법인 현금흐름할인방법(Discounted cash flow approach)은 태양광발전사업의 기후로 인한 불확실성을 제대로 반영하는데 어려움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1471497호(등록일자: 2014년12월04일)
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제10-2016-0022614호(공개일자: 2016년03월02일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명에 따른 기후 변화 시나리오에 따른 수력발전소의 투자시기 결정방법 및 그 시스템은 다음과 같은 해결과제를 가진다.

[0007] 첫째, 본 발명은 기후 변화 시나리오에 따른 태양광 발전사업의 투자 전략 정보를 제공하고자 함이다.

[0008] 둘째, 본 발명은 태양광발전사업을 수행할 때, 기후변화로 기후요소들의 불확실성을 고려할 수 있는 실물옵션분석(Real options analysis)을 활용하여 10년 이상의 장기 프로젝트 시작하기 전에 투자적격 여부를 결정할 수 있는 평가 모델을 제공하고자 함이다.

[0009] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급한 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상술한 과제를 해결하고자 하는 본 발명의 제1 특징은, 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법으로, (a) 태양광 발전사업 지역을 선정하고, 선정 지역의 사업 불확실성 요소정보 및 기후변화 시나리오 정보를 포함하는 사업정보를 수집하는 단계; (b) 수집된 사업정보에 따른 태양광 발전사업의 주요 변수를 예측하는 단계; (c) 상기 기후변화 시나리오 정보를 이용하여 태양광 발전사업의 사업기간 동안의 매출액 및 변동성을 시뮬레이션하고 옵션값을 산출하는 단계; 및 (d) 산출된 옵션값과 각 사업년도의 이항격자 모델의 결과를 통하여 투자결정 정보를 획득하는 단계를 포함한다.

[0011] 여기서, 상기 (a) 단계는, 기후변화예측 DB로부터 유선 또는 무선으로 태양광 발전사업 선정 지역의 기후변화

시나리오 정보를 실시간 또는 주기적으로 수신 받아 수집하는 단계를 포함하는 것이 바람직하고, 상기 (a) 단계에서, 상기 사업 불확실성 요소정보는, 태양광 발전사업의, 프로젝트 투자비, 투자기간, 전력판매단가, 유지관리비용 및 태양광 발전량 정보를 포함하는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상기 (b) 단계는, 상기 사업 불확실성 요소정보 중 발전량 및 전기판매단가를 주요변수로 하여, 최상(best), 중간(moderate) 및 최악(worst) 시나리오에 따라 변수값을 예측하는 단계인 것이 바람직하다.

[0013] 더하여, 상기 (c) 단계는, (c1) 상기 기후변화 시나리오 정보를 이용하여 태양광 발전사업의 사업기간 동안의 매출액을 시뮬레이션 하여 산출하는 단계; (c2) 산출된 향후 매출액으로부터 변동성(volatility)을 수치화하여 산출하는 단계; 및 (c3) 수치화된 변동성 값을 이용하여 태양광 발전사업의 옵션값을 산출하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0014] 또한, 상기 변동성 값(σ)을 산출하는 식은,

$$\sigma = \frac{\ln(S_{opt}/S_{pes})}{4\sqrt{t}}$$

[0015]

[0016] (여기서 S_{opt} 는 미래의 프로젝트 환경이 매우 긍정적인 경우 즉 최상(Best scenario)에 예상되는 기초자산 가치를 나타내며, S_{pes} 는 미래의 프로젝트 환경이 최악의 부정적인 경우(Worst scenario)에 예상되는 기초자산 가치를 나타낸다.)와 같은 식을 만족하는 것이 바람직하다.

[0017] 또한, 상기 옵션값의 산출식은,

$$C = e^{-rt} [qP_u + (1-q)P_d]$$

[0018]

[0019] (여기서, P_u 및 P_d 는 각각 $t+\Delta t$ 기간 후의 기초자산의 가격상승 시 옵션 기대값과 가격하락 시 옵션 기대값을 나타내고, r 은 무위험 이자율을 나타내고, q 는 위험중립확률을 나타낸다.)와 같은 식을 만족하는 것이 바람직하다.

[0020] 그리고, 본 발명의 제2 특징은, 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 지원 시스템으로, 태양광 발전사업 지역을 선정하고, 선정 지역의 사업 불확실성 요소정보 및 기후변화 시나리오 정보를 포함하는 사업정보를 수집하는 사업정보 수집부; 수집된 사업정보에 따른 태양광 발전사업의 주요변수를 예측하는 주요변수 예측부; 상기 기후변화 시나리오 정보를 이용하여 태양광 발전사업의 사업기간 동안의 매출액 및 변동성을 시뮬레이션하고 옵션값을 산출하는 옵션값 산출부; 및 산출된 옵션값과 각 사업년도의 이항격자 모델의 결과를 통하여 투자결정 정보를 획득하는 투자결정부를 포함한다.

[0021] 여기서, 상기 사업정보 수집부는, 기후변화예측 DB로부터 유선 또는 무선으로 태양광 발전사업 선정 지역의 기후변화 시나리오 정보를 실시간 또는 주기적으로 수신 받는 것이 바람직하다.

[0023] 그리고, 본 발명의 제3 특징은, 하드웨어와 결합되어, 상술한 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터가 판독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터프로그램을 그 특징으로 한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따른 기후 변화 시나리오에 따른 수력발전소의 투자시기 결정방법 및 그 시스템은 다음과 같은 효과를 가진다.

[0025] 첫째, 본 발명은 기후변화 영향 하에서의 태양광발전사업의 투자에 대해 실물옵션(Real options analysis)기반 경제성 분석방법을 제공함으로써, 실물옵션은 경영적 유연성(Management flexibility)과 프로젝트 매출의 변동성(Volatility)을 충분히 고려한 경제성 분석이 가능하기 때문에, 태양광발전 프로젝트의 정확한 분석을 통한 투자결정 정보를 제공한다.

[0026] 둘째, 본 발명은 태양광 발전사업 프로젝트 가치의 불확실성을 헷지할 수 있는 실물옵션법이 투자 의사결정 기법으로 제공하고, 미래현금흐름의 현가를 추정하고 미래 의사결정단계에서 프로젝트의 포기, 매각 등의 옵션가

치를 산정하여 프로젝트의 가치를 극대화시킬 수 있는 전략적 방향을 선택할 수 있는 정보를 제공한다.

[0027] 셋째, 본 발명은 태양광사업의 경제성평가를 위해 태양광 발전사업의 옵션가치를 기후변화 시나리오가 예측하는 사업기간 동안 계산하고, 사업의 가치를 극대화할 수 있도록 투자자들의 합리적인 의사결정에 도움을 줄 수 있으며, 또한, 기후변화가 계속되고 태양광발전사업의 불확실성이 높아질수록 본 발명의 시장성은 더욱 커질 것으로 기대된다.

[0028] 넷째, 기후변화로 인한 불확실성 요소로 인하여, 정확한 미래 가치평가가 곤란한 점을 실물 옵션 분석 기법을 통해 극복함으로써, 의사 결정자들이 좀 더 용이하게 투자 대안들을 제시하고 비교하여 투자를 결정할 수 있는 투자결정 방법 및 지원 시스템을 제공한다.

[0029] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법의 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 지원 시스템의 블록 구성도이다.

도 4는 이항격자(Binomial lattice) 모형의 모식도이다.

도 5는 2004년부터 2015년간 연평균 태양광발전 판매단가를 나타낸 그래프이다.

도 6은 최상, 중간 및 최악의 시나리오의 현금흐름을 나타낸 그래프이다.

도 7은 이항격자(Binomial lattice)방법에 의한 실물옵션분석의 예를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명의 추가적인 목적들, 특징들 및 장점들은 다음의 상세한 설명 및 첨부도면으로부터 보다 명료하게 이해될 수 있다.

[0032] 본 발명의 상세한 설명에 앞서, 본 발명은 다양한 변경을 도모할 수 있고, 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 아래에서 설명되고 도면에 도시된 예시들은 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0033] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0034] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도는 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0035] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...유닛", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미할 수 있다.

[0036] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0038] 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0039] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방

법의 흐름도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 지원 시스템(10)의 블록 구성도이다.

[0040] 도 1 및 도 2에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법은, (a) 태양광 발전사업 지역을 선정하고, 선정 지역의 사업 불확실성 요소정보 및 기후변화 시나리오 정보를 포함하는 사업정보를 수집하는 단계; (b) 수집된 사업정보에 따른 태양광 발전사업의 주요변수를 예측하는 단계; (c) 상기 기후변화 시나리오 정보를 이용하여 태양광 발전사업의 사업기간 동안의 매출액 및 변동성을 시뮬레이션하고 옵션값을 산출하는 단계; 및 (d) 산출된 옵션값과 각 사업년도의 이항격자 모델의 결과를 통하여 투자결정 정보를 획득하는 단계를 포함하여 구성된다.

[0041] 도 3에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 지원 시스템(10)은, 태양광 발전사업 지역을 선정하고, 선정 지역의 사업 불확실성 요소정보 및 기후변화 시나리오 정보를 포함하는 사업정보를 수집하는 사업정보 수집부(100); 수집된 사업정보에 따른 태양광 발전사업의 주요변수를 예측하는 주요변수 예측부(200); 상기 기후변화 시나리오 정보를 이용하여 태양광 발전사업의 사업기간 동안의 매출액 및 변동성을 시뮬레이션하고 옵션값을 산출하는 옵션값 산출부(300); 및 산출된 옵션값과 각 사업년도의 이항격자 모델의 결과를 통하여 투자결정 정보를 획득하는 투자결정부(400)를 포함하여 구성된다.

[0042] 이와 같이 본 발명의 실시예는 기후변화로 인한 불확실성 요소로 인하여, 태양광 발전사업의 정확한 미래 가치 평가가 곤란한 점을 실물 옵션 분석 기법을 통해 예측하여 정보를 제공함으로써, 투자 의사 결정자들이 좀 더 용이하게 투자 대안들을 제시하고 비교하여 투자를 결정할 수 있도록 지원하는 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법 및 투자결정 지원 시스템(10)에 관한 것이다.

[0043] 즉, 도 2에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법은 기후변화시나리오를 활용하여 실물옵션분석방법 기반으로 태양광발전 사업을 수행할 때 투자적격 여부를 결정할 수 있는 모델을 제시한다.

[0044] 본 발명의 실시예에 따른 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법은 아래와 같이 4개의 단계로 구성되어 있다.

[0045] 1) 첫 번째 단계는 사업정보를 수집하는 단계이다.((a) 단계) 태양광 발전사업 설치지역을 결정하고, 선정된 지역의 기상청에서 제공하는 기후변화 시나리오 별로 특정 지역의 자료를 취득한다. 태양광발전사업의 초기개발단계부터 운영 종료까지 프로젝트의 기간, 투자금액, 전력판매가격 등의 자료를 취합하고, 사업의 투자 조건들과 기술적 요소들을 확정한다.

[0046] 2) 두 번째 단계는 태양광발전사업의 주요변수 예측 단계이다.((b) 단계) 사업기간 동안의 기대되는 미래의 발전량과 전기판매가격을 예측하고, 최상(best case), 중간(moderate case), 최악(worst case)의 조건에 대한 값을 산정한다.

[0047] 3) 세 번째 단계는 실물옵션분석 단계이다.((c) 단계) 기후변화 시나리오를 활용하여 사업기간 동안의 매출액을 시뮬레이션하고, 향후 기대되는 매출액으로 변동성(volatility)을 수치화하고, 이를 활용하여 태양광발전사업의 옵션값을 계산한다. 발전사업 운영 중 이익이 기대치보다 낮아지면, 사업을 포기하고, 자산을 매각할 수 있는 포기옵션 (Option to abandon)모델을 적용한다.

[0048] 4) 네번째 단계는 투자결정 정보 획득단계로((d) 단계), 산출된 옵션값과 각 사업년도의 이항격자(Binomial lattice)의 결과를 분석하고, 투자전략을 위한 정보를 제공하여, 최종 투자결정을 위한 정보를 제공한다.

[0050] 이하 본 발명의 실시예에 따른 본 발명의 실시예에 따른 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법을 단계별로 상세히 설명하기로 한다.

[0051] 사업정보 수집((a) 단계)

[0052] 본 발명의 실시예에 따른 투자결정 방법의 첫 번째 과정은 태양광발전사업의 사업장소를 선정하는 것이다. 사업장소의 선정은 발전량에 영향을 주는 일사량 등 기후적인 인자에 영향을 주며, 설치부지의 매입 혹은 임대료를 결정한다. 위치가 결정되면, 기후변화 시나리오 정보 획득을 위한 행정구역상 위치정보를 활용하여, 기상청의 기후변화정보센터(www.climate.go.kr) 등의 외부의 기후변화예측 DB로부터 과거와 미래기후정보를 취득한다. 이 정보는 일사량, 기온, 청명도 등 태양광발전사업에 영향을 주는 기후요소를 추출한 것이다. 기상청은 현재 기후정보를 2100년까지 자료를 제공한다. 이와 같은 기후변화 시나리오 정보는, 기후변화예측 DB로부터 유선 또는

무선의 인터넷 통신을 통하여 태양광 발전사업 선정 지역의 기후변화 시나리오 정보를 실시간 또는 주기적으로 수신 받아 수집하는 것이 바람직하다.

[0053] 사업의 불확실성은 비기후적인 요소와 기후적인 요소로 구분이 가능하다. 통상적으로, 프로젝트 투자 기간, 투자금액, 비기후적인 요소이며, 태양광발전량은 기후적인 요소인, 기온, 청명도, 일사량에 영향을 받는다. 특히, 발전량은 기후요소 중 일사량에 가장 큰 영향을 받는다. 하지만, 전력판매단가는 두 가지 요소 모두의 영향을 받는다.

표 1

불확실성 항목	원인
프로젝트 투자비	기술발달 수준, 경제적인(인플레이션, 이자율)
투자기간	정부의 정책과 기술발달 수준
전력판매단가	정부의 정책과 기술발달, 기후변화
유지관리비용	기술발달 수준, 경제적인(인플레이션)
태양광발전량	기후변화요소(일사량)와 기술발달 수준

[0055]

[0057] [표 1]은 태양광발전 사업의 불확실성 항목들과 원인에 대해 정리한 것이다. 사업의 규모와 위치, 국가정책에 따라서 여러 가지 항목들이 추가될 수도 있다. 하지만, 태양광발전 사업에 있어서 가장 영향을 많이 주는 항목으로는 전기판매금액과 태양광발전량을 사업의 경제성을 결정하는 가장 중요한 2가지 요소를 정하였다. 태양광 사업의 투자비, 프로젝트기간, 할인율, 유지관리비용 등의 조건은 확정된 값으로 정한다.

[0059] **주요변수 예측((b) 단계)**

[0060] 첫 번째 단계에서 프로젝트 불확실성 요소정보를 결정하여, 아래의 [표 2]와 같이 2가지 불확실성 항목에 대해 값을 예측하고, 매출을 시뮬레이션을 시킬 수 있다. 예측방법은 삼점예측법에 의한 것으로 최상조건(best case), 중간조건(moderate case), 최악조건(worst case)에 의한 값을 예측한다. 전기판매가격의 미래 시뮬레이션값은 과거의 연평균자료에 근거한 선형추세분석(Linear regression)을 활용하여 예측한다. 기술적으로 예측 가능한 성능이라고 한다면, 발전량에 가장 큰 영향을 주는 기후요소는 일사량이 되며, 이 값은 기후변화 시나리오에서 예측값을 사용한다. 또한, 본 발명의 실시예에서는 발전량과 전기판매금액을 주요변수로 선정하였지만, 이자율, 유지보수비용, 기술적 향상성까지 변수로 넣어서 계산할 수 있다.

표 2

불확실성 항목	최상조건 (Best case)	중간조건 (Moderate case)	최악조건 (Worst case)
발전량	발전량 (최상)	발전량 (중간)	발전량 (최악)
전기판매단가	전기판매단가(최상)	전기판매단가(중간)	전기판매단가(최악)

[0063]

[0065] **실물옵션 분석단계((c) 단계)**

[0066] 사업 운영단계의 현금흐름은 불확실성 항목값들 간의 조합으로 최상(Best) / 중간 (Moderate) / 최악(Worst)의 3가지 시나리오로 나타낼 수 있다. 예를 들면 최상(Best) 시나리오상황은 발전량(최상), 전기판매가격(최상)인 경우를 계산하면 된다.

[0067] 프로젝트 매출 변동성에 영향을 주는 불확실성 요소들이 많은 경우에는 자체리스크(private risk)와 시장리스크(market risk)를 모두 반영할 수 있는 MAD(marketed asset disclaimer)방식의 실물옵션분석기법을 활용할 수 있다. MAD 방식은 이항격자(binomial lattice) 모형에 현금흐름할인법(discounted cash flow)의 가정을 반영하여 실물옵션값을 구한다.

[0068] 실물옵션값을 구하기 위해 태양광 발전사업 프로젝트의 매출 변동성(σ), 무위험이자율(r_f), 기초자산(S_0), 사업기간(T)이 필요하며, 위험중립확률접근법(risk neutral approach)은 기초자산의 상승계수 $u (= e^{\sigma\sqrt{\Delta t}})$ 와 하락계수 $d (= \frac{1}{u})$ 를 통해 위험중립확률 q 를 [수학식 1]에 의해 산출하여, 이항격자모형에 적용한다.(도 4 참조) 도 4는 이항격자(Binomial lattice) 모형의 모식도이다.

[0069] 여기서 P_u 및 P_d 는 각각 $t+\Delta t$ 기간 후의 기초자산의 가격상승 시 옵션 기대값과 가격하락 시 옵션 기대값이다. 따라서 임의 시간 t 에서의 기초자산의 옵션값 C 은 [수학식 2]와 같이 계산된다. 이항격자 모형을 통해 사업기간 동안의 기초자산의 미래가치와 옵션가격을 구할 수 있다. 사업기간(T)은 원하는 시간단계(Δt)로 세분할 수 있고, 옵션가치의 정확도는 단계가 많을수록 정확하다.

수학식 1

$$q = \frac{(e^{rt} - d)}{u - d}$$

[0071]

수학식 2

$$C = e^{-rt} [qP_u + (1 - q)P_d]$$

[0073]

수학식 3

$$\sigma = \frac{\ln(S_{opt}/S_{pes})}{4\sqrt{t}}$$

[0075]

[0077] 여기서 S_{opt} 는 미래의 프로젝트 환경이 매우 긍정적인 경우 즉 최상(Best scenario)으로 예상되는 기초자산 가치이며, S_{pes} 는 미래의 프로젝트 환경이 최악의 부정적인 경우(Worst scenario)에 예상되는 기초자산 가치이다.

[0079] 투자결정((d) 단계)

[0080] 이 단계에서는 실물옵션분석에서 이항격자 모형의 결과를 분석하여, 투자여부를 결정하는 과정이다. 이항격자 방법에서 각 격자에서의 기대 옵션값이 0보다 크면 투자 가치가 있는 것이고, 그렇지 않다면 사업은 포기하는 것이 낫다. 이 결과는 사업의 수익성의 척도가 되며, 사업의 실행과 선택의 좋은 전략이 될 수가 있다. 이처럼 본 발명의 실시예에서는 상술한 기후변화 시나리오를 이용하여 태양광 발전사업의 실물옵션값을 결정하고, 실질적인 투자결정 정보를 제공할 수 있게 된다.

[0082] 사업예시

[0083] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전사업의 실물옵션 투자결정 방법 및 지원 시스템(10)을 적용한 결과를 상세히 나타낸다.

[0084] 사업정보 수집

[0085] 예시는 경남 하동지역에 1MW 태양광 발전소를 건설하는 투자사업에 대한 경제성평가이다. 태양광발전소는 석탄 화력발전소내의 유휴부지를 임대하여, 자주식 태양광 판넬을 설치하고, 2016년안에 공사를 완료하고, 2017년부터 20년간 운영할 계획이다. 본 사업의 투자조건은 아래 [표 3]과 같고, 태양광 발전사업의 기술적인 사양과 기후조건은 [표 4]와 같다.

[0086] 연간 발전량은 현재의 기후조건에 의하면 1,246.3MWh가 예상이 된다. 하지만, 미래에는 기후변화로 인해 발전량에 영향을 주고, 기온의 상승은 전기판매요금에도 영향을 준다. 따라서, 투자자는 기후변화를 고려한 투자타당성을 검토할 필요가 있었다. 사업운영기간은 20년간이지만, 투자자가 원할 경우 5년 이내에 투자비의 50%의 가격으로 사업부지의 주인인 화력발전소에게 매각할 수 있는 옵션계약을 체결할 예정이다. 이 옵션계약으로 인해, 사업의 경제성이 상승할 것으로 예상이 된다.

[0087] 일사량자료는 기상청의 기후 시뮬레이션 자료로부터 구할 수 있으며, 본 시스템에서는 RCP시나리오인 RCP8.5/6.0/4.5/2.6 시나리오를 사용한다. 해당지역의 기후변화 시나리오에서 태양광발전사업에 필요한 일사량 자료를 사업기간인 2017년부터 20년간의 자료를 취득한다.

표 3

항목	값
총투자비	27억3천만원
발전시설용량	1 MW
발전효율	15%
전력손실율	5%
유지관리비	년간 총투자금액의 0.7%
이자율(연)	10.0%
무위험이자율(연)	5.0%
세금(연)	27.5%
기후변화시나리오	RCP시나리오 (기상청제공)
공사기간	1년 (2016)
운영기간	20년 (2017 - 2036)
옵션모델	포기옵션 (Option to abandon)

[0089]

표 4

구분	항목	사양
기술사양	Module type	Single-crystalline silicon
	Module size	1,580L*802W*46T (mm)
	Number of module	6,240 pieces
	Mounting type	지표면 자주식(Ground)
	Angle of the panel position	30°
기후조건	평균온도	봄 12.5 °C / 여름 24.3 °C 가을 14.7 °C / 겨울 1.7 °C
	연간 일조시간	2,105 시간/년
	일간 일조시간	5.76 시간/일
	평균습도	69%
	연평균 황사발생일	6.5일/년

[0090]

[0092]

주요변수 예측

[0093]

기술의 발달로 인하여 매년 태양광발전사업의 설비의 구매단가는 낮아지고 있고, 발전효율은 향상되고 있어, 태양광발전하는데 드는 비용은 줄고 있다. 하지만, 도 5와 같이 지난 12년간의 태양광발전사업의 전기판매금액이 상승하고 있다. 도 5는 2004년부터 2015년간 연평균 태양광발전 판매단가를 나타낸 그래프이다.

[0094]

선형추세선식(Linear regression)을 이용하여 미래의 전기판매금액을 시뮬레이션할 수 있다. 시뮬레이션된 식에 의거하여 아래 [표 5]와 같이, 중간 조건에서는 시뮬레이션 기대값(T) 자체를 취하고, 최상의 조건(best case)는 시뮬레이션 기대값(T)의 200%를, 최악의 조건에는 T값의 50%값을 취한다.

[0095]

RCP8.5 시나리오에 의하면 일사량은 현재조건에서 2100년까지 3.6%(연평균 0.040%)가 증가한다. 이것은 태양광발전사업의 최상의 기후조건이 된다. 태양광발전사업의 최악기후조건인 RCP2.6 시나리오일 경우, 연평균 0.012% 증가하며, 중간 조건일 경우엔 평균값인 0.026%가 연간 증가한다.

표 5

주요변수	최상	중간	최악
전기판매단가	T×200 %	T×100%	T×50%
발전증가량(연간)	0.040%	0.026%	0.012%

[0097]

[0099]

실물옵션 분석

[0100]

도 6은 최상, 중간 및 최악의 시나리오의 현금흐름을 나타낸 그래프이다. 도 6에 나타낸 바와 같이, 태양광 발

전사업 프로젝트의 변동성은 최상과 최악의 시나리오의 현금흐름의 기초자산의 현재가를 이용하여, [수학식 3]으로 계산된다.

[0101] 변동성은 9.17%가 나왔으며, 중간(Moderate)시나리오의 기초자산은 28.3억원으로 예상된다. 옵션값은 [수학식 2]를 활용하여 이항격자모형방법으로 표시할 수 있다. 운영을 시작한 후 5년동안 포기옵션을 행사할 수 있으므로, 분석기간은 2016년부터 2021년까지로 하였다. 포기옵션행사로 시설물을 매도할 수 있는 가격은 투자비용의 50%인 13.6억원이다.

[0102] 투자자는 이익을 극대화하기 위해서, 옵션을 행사할 것인지, 사업을 계속 운영할 지를 결정해야 한다. 포기옵션은 운영을 시작하고 5년 이내 언제든지 행사할 수 있다. 도 7은 이항격자(Binomial lattice)방법에 의한 실물옵션분석의 예를 나타낸 그래프이다.

[0103] 도 7에 나타낸 바와 같이, 2016년도에 옵션값 28.6억원이 되고, 옵션값이 0보다 크므로 예시의 사업은 투자할만하다고 판단된다. 그 후에 운영기간 동안 만약 사업의 불확실성이 해결되면, 사업은 계속 진행될 것이지만, 사업이 이익이 기대치에 미치지 못하면, 투자자는 2018년부터 2021년까지의 기간 (도 7의 빨간색부분) 포기옵션을 행사하는 것이 낫다.

[0104] 본 사업의 순현재가치 NPV(Net Present Value)는 2억8천만원이지만, 포기옵션을 포함하는 투자전략을 마련함으로써 사업의 가치는 10배 정도 커지게 되는 28.6억원이 된다. 즉, 옵션으로 인하여, 사업의 가치가 커지게 된다.

[0106] 그리고, 본 발명의 또 다른 실시예로서, 하드웨어와 결합되어 상술한 기후변화 시나리오를 이용한 태양광 발전 사업의 실물옵션 투자결정 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터가 판독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터프로그램일 수 있다.

[0107] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 장치로서, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽힐 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 기록매체의 예로는 ROM, RAM, 광학 디스크, 자기 테이프, 플로피 디스크, 하드 디스크, 비휘발성 메모리 등을 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

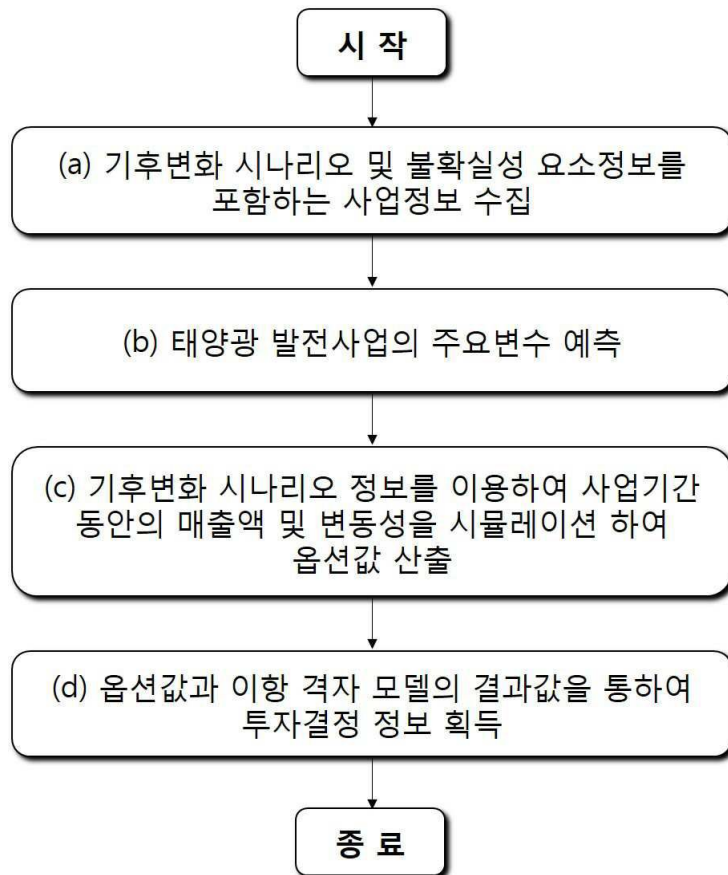
[0109] 본 명세서에서 설명되는 실시 예와 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 예시적으로 설명하는 것에 불과하다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이므로, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아님은 자명하다. 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시 예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

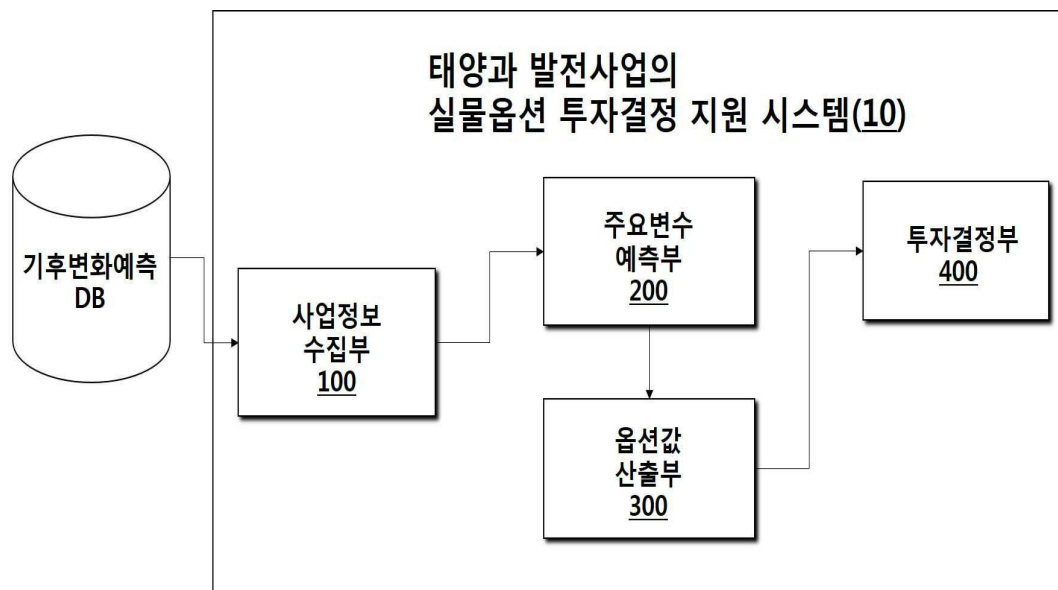
[0110] 10: 실물옵션 투자결정 지원 시스템 100: 사업정보 수집부
200: 주요변수 예측부 300: 옵션값 산출부
400: 투자결정부

도면

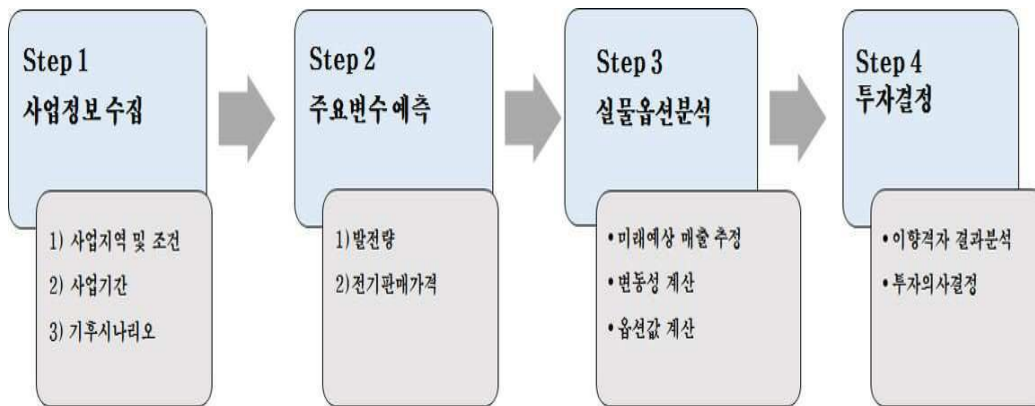
도면1



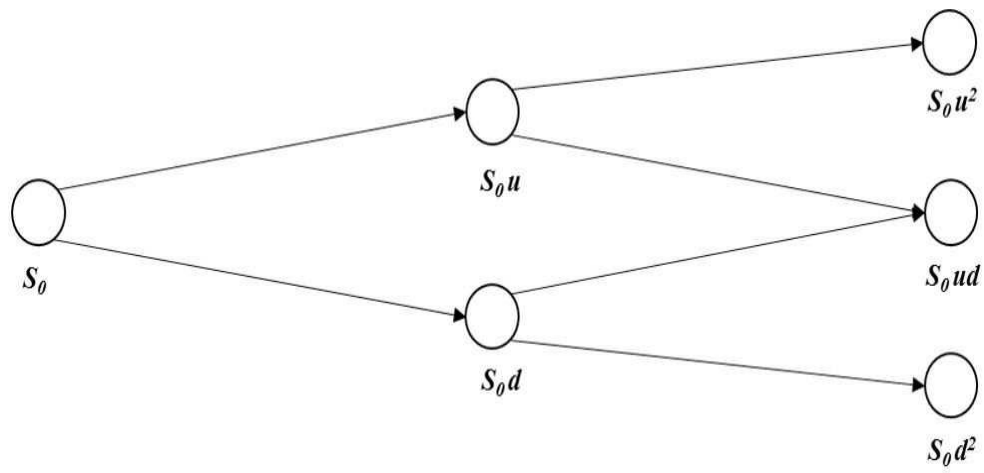
도면2



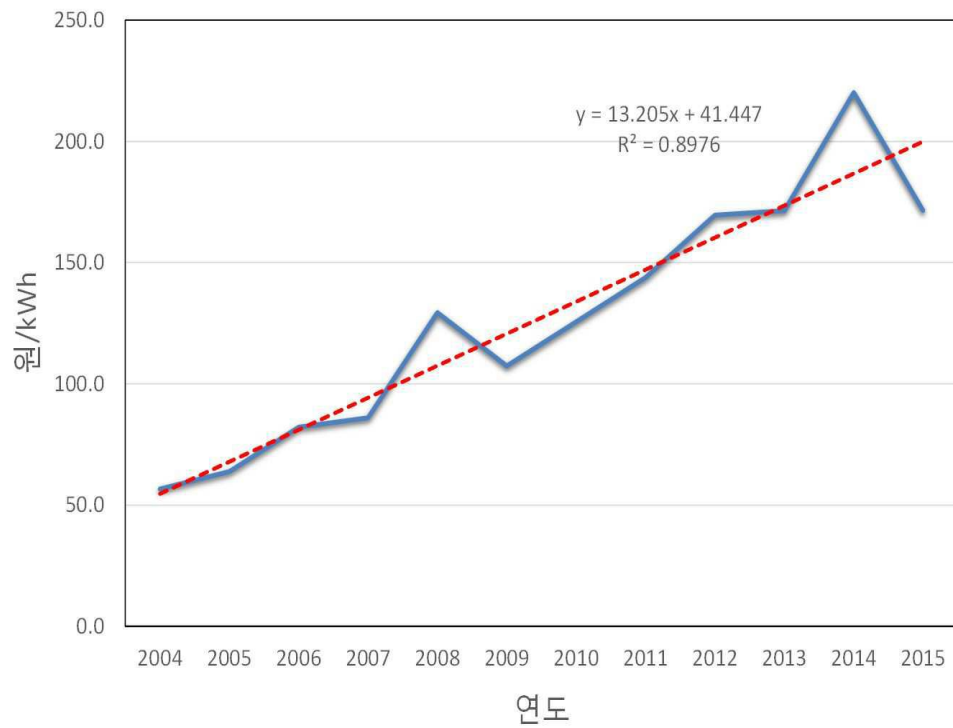
도면3



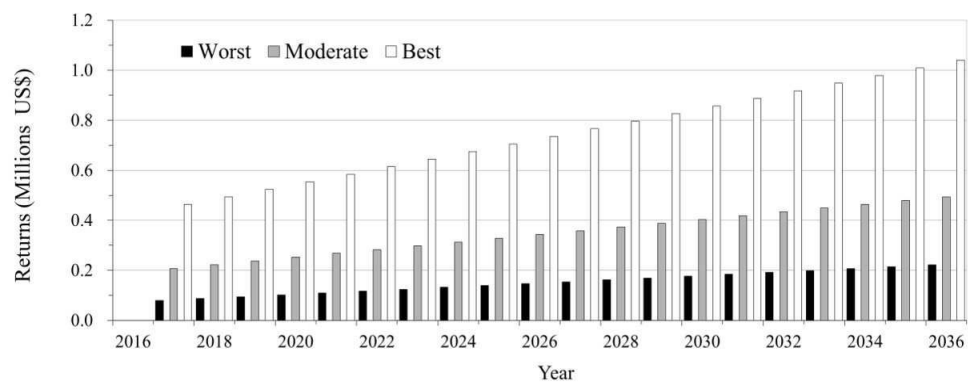
도면4



도면5



도면6



도면7

실물옵션분석 (단위 : 억원)

