



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월07일
(11) 등록번호 10-1673415
(24) 등록일자 2016년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 30/02 (2012.01) G06F 17/00 (2006.01)
G06Q 10/06 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 30/0201 (2013.01)
G06F 17/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0171728
(22) 출원일자 2015년12월03일
심사청구일자 2015년12월03일
(56) 선행기술조사문헌
논문:IMCET2005
논문1
JP2006252058 A
KR1020070080645 A

(73) 특허권자
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
최요순
부산광역시 남구 홍곡로320번길 132, 113-1101(용
당동, 신대연코오롱하늘채아파트)
박세범
경상북도 김천시 신양3길 3, 101-401(신음동 1030
47/1, 이원베르빌아파트)
백지은
부산광역시 금정구 금강로347번길 66 (장전동)
(74) 대리인
김정수

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 이재홍

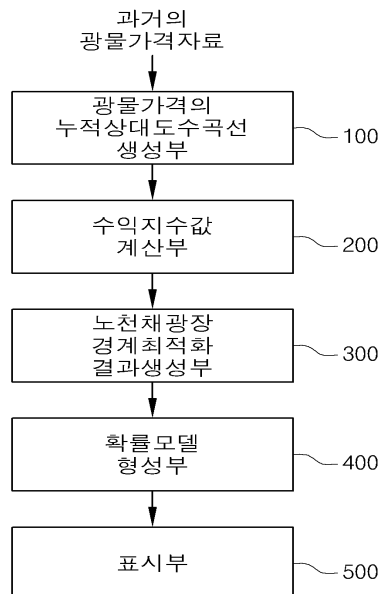
(54) 발명의 명칭 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 과거 광물 가격 자료를 기반으로 몬테카를로 시뮬레이션(monte carlo simulation)을 통해 다수의 광물 가격들을 생성하고, 이 다수의 광물 가격으로부터 도출된 다수의 노천 채광장 경계 최적화결과들을 하나로 통합하여 불확실성을 표현하는 확률 모델을 형성하는, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



실성 표현 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치는 과거의 광물 가격 자료들을 입력받아 이를 기초로 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하도록 구성된 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부; 상기 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부로부터 생성된 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 이용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 수행하여서 n개의 광물 가격들을 생성하고 이를 이용하여 n개의 수익 지수값들을 계산하도록 구성된 수익 지수값 계산부; 상기 수익 지수값 계산부로부터 계산된 n개의 수익 지수값들을 기초로 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하도록 구성된 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부; 및 상기 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부로부터 생성된 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩하여 확률 모델을 형성하도록 구성된 확률 모델 형성부를 포함한다.

(52) CPC특허분류

G06Q 10/063 (2013.01)

G06Q 30/0202 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1D1A1A01061290

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공학 개인기초연구지원사업

연구과제명 무인항공기 및 GIS 기술을 활용한 노천광산 생산현장 관리시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 부경대학교

연구기간 2015.11.01 ~ 2018.10.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

과거의 광물 가격 자료들을 입력받아 이를 기초로 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하도록 구성된 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부;

상기 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부로부터 생성된 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 이용하여 몬테 카를로 시뮬레이션을 수행하여서 n 개의 광물가격들을 생성하고 이를 이용하여 n 개의 수익 지수값들을 계산하도록 구성된 수익 지수값 계산부;

상기 수익 지수값 계산부로부터 계산된 n 개의 수익 지수값들을 기초로 n 개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하도록 구성된 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부; 및

상기 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부로부터 생성된 n 개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩하여 확률 모델을 형성하도록 구성된 확률 모델 형성부를 포함하는, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 확률 모델 형성부로부터 형성된 확률 모델을 디스플레이하도록 구성된 표시부를 더 포함하는, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부는,

장기간에 걸친 과거의 광물 가격 자료들을 입력받고,

입력된 상기 광물 가격 자료들에 대한 통계를 분석하며,

분석 결과를 이용하여 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하도록 구성된, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부는,

상기 수익 지수값 계산부로부터 계산된 n 개의 수익 지수값들을 이용하여 모든 블록들에 대해 n 개의 BEV(Block Economic Value)들을 계산하고,

상기 계산된 n 개의 BEV 계산 결과들을 노천 채광장 경계 최적화 알고리즘에 입력하여 노천 채광장의 최적 경계를 분석하여서 n 개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하도록 구성된, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 확률 모델 형성부는,

상기 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부에서 생성된 n 개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩하여 확률 모델을 형성하기 위해, 상기 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 검토하여 각각의 블록이 최적 경계 내

에 존재할 경우 1.0을 부여하는 한편, 존재하지 않을 경우 0.0을 부여하는 바와 같은 이진화 작업을 수행하고, 상기 이진화 작업이 완료되면 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩한 후 각각의 블록에 부여된 값들을 평균하여 확률 모델을 형성하도록 구성된, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치.

청구항 6

제 1 항에 기재된, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치에 의해 구현된, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법으로서,

광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부가 과거의 광물 가격 자료들을 입력받아 이를 기초로 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하는 단계;

수익 지수값 계산부가 상기 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성 단계에서 생성된 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 이용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 수행하여서 n 개의 광물가격들을 생성하고 이를 이용하여 n 개의 수익 지수값들을 계산하는 단계;

노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부가 상기 수익 지수값 계산 단계에서 계산된 n 개의 수익 지수값들을 기초로 n 개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하는 단계; 및

확률 모델 형성부가 상기 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성 단계에서 생성된 n 개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩하여 확률 모델을 형성하는 단계를 포함하는, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 확률 모델 형성 단계에서 형성된 확률 모델을 디스플레이하는 단계를 더 포함하는, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성 단계는,

장기간에 걸친 과거의 광물 가격 자료들을 입력받는 단계;

상기 입력 단계에서 입력된 상기 광물 가격 자료들에 대한 통계를 분석하는 단계; 및

상기 분석 단계에서 분석된 결과를 이용하여 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하는 단계를 포함하는, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성 단계는,

상기 수익 지수값 계산 단계에서 계산된 n 개의 수익 지수값들을 이용하여 모든 블록들에 대해 n 개의 BEV들을 계산하는 단계; 및

상기 BEV 계산 단계에서 계산된 n 개의 BEV 계산 결과들을 노천 채광장 경계 최적화 알고리즘에 입력하여 노천 채광장의 최적 경계를 분석하여서 n 개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하는 단계를 포함하는, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 확률 모델 형성 단계는,

상기 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 검토하여 각각의 블록이 최적 경계 내에 존재할 경우 1.0을 부여하는 한편, 존재하지 않을 경우 0.0을 부여하는 바와 같은 이진화 작업을 수행하는 단계; 및

상기 이진화 작업 단계에서 이진화 작업이 완료되면 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩한 후 각각의 블록에 부여된 값들을 평균하여 확률 모델을 형성하는 단계를 포함하는, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 특히 과거 광물 가격 자료를 기반으로 몬테카를로 시뮬레이션(monte carlo simulation)을 통해 다수의 광물 가격들을 생성하고, 이 다수의 광물 가격으로부터 도출된 다수의 노천 채광장 경계 최적화결과들을 하나로 통합하여 불확실성을 표현하는 확률 모델을 형성하는, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 노천광산을 계획할 때 최적화된 채광장 경계를 결정하는 것은 매우 중요한데, 이는 노천 채광장 경계를 어떻게 정하는가에 따라 광산의 수익성이 크게 달라질 수 있다. 노천 채광장 경계 최적화와 관련된 알고리즘들이 다수의 연구자들에 의해 개발되었으며, 최근에는 광물의 가격, 생산비용, 세금 등의 불확실성을 고려하여 노천 채광장의 경계를 최적화하는 기법들이 개발되었다.

[0003] 광물 자원의 채광 기술은 예컨대, 한국지질자원연구원 발표자료"광물자원의 채광기술"- 책임 연구원 선우춘 (2009.08 공개)에 개시되어 있다. 본 발표자료에는 채광의 초기 계획단계에서 고려할 사항이 자연 및 지질적 요소, 기술적인 요소 및 경제적 요소가 있으며, 경제적 요소는 광물의 품위, 광물의 양, 박토율, cutoff 품위(폐기 품위), 운영비, 투자비, 요구되는 이익률, 생산속도, 선풍 및 제력 비용, 및 시장조건을 포함한다는 내용이 개시되어 있다.

[0004] 그러나 이와 같은 종래의 채광 기술들은 노천 채광장 경계 최적화 결과에 필연적으로 존재할 수밖에 없는 불확실성 자체를 확률적 모델 등을 이용하여 정량적으로 표현할 수 없다는 한계가 있었다. 따라서 채광 기술 분야에 있어서 광물 가격의 변동과 같은 불확실성과 관련한 노천 채광장의 경계 최적화 결과에 내포되어 있는 불확실성을 정량적으로 표현하기 위한 기술 개발에 대한 필요성이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상술한 문제를 해결하기 위하여 이루어진 것으로, 본 발명의 목적은 노천 채광장의 경계 최적화 결과에 나타나는 불확실성을 정량적으로 표현할 수 있는, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치 및 그 방법을 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기의 목적을 달성하기 위해 본 발명의 실시형태에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치는 과거의 광물 가격 자료들을 입력받아 이를 기초로 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하도록 구성된 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부; 상기 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부로부터 생성된 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 이용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 수행하여서 n개의 광물 가격들을 생성하고 이를 이용하여 n개의 수익 지수값들을 계산하도록 구성된 수익 지수값 계산부; 상기 수익 지수값 계산부로부터 계산된 n개의 수익 지수값들을 기초로 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하도록 구성된 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부; 및 상기 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부로부터 생성된 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩하여 확률 모델을 형성하도록 구성된 확률 모델 형성부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 상기 실시형태에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치는 상기 확

를 모델 형성부로부터 형성된 확률 모델을 디스플레이하도록 구성된 표시부를 더 포함할 수 있다.

- [0008] 상기 실시형태에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치에 있어서, 상기 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부는 장기간에 걸친 과거의 광물 가격 자료들을 입력받고, 입력된 상기 광물 가격 자료들에 대한 통계를 분석하며, 분석 결과를 이용하여 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0009] 상기 실시형태에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치에 있어서, 상기 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부는 상기 수익 지수값 계산부로부터 계산된 n 개의 수익 지수값들을 이용하여 모든 블록들에 대해 n 개의 BEV(Block Economic Value)들을 계산하고, 상기 계산된 n 개의 BEV 계산 결과들을 노천 채광장 경계 최적화 알고리즘에 입력하여 노천 채광장의 최적 경계를 분석하여서 n 개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0010] 상기 실시형태에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치에 있어서, 상기 확률 모델 형성부는 상기 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부에서 생성된 n 개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩하여 확률 모델을 형성하기 위해, 상기 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 검토하여 각각의 블록이 최적 경계 내에 존재할 경우 1.0을 부여하는 한편, 존재하지 않을 경우 0.0을 부여하는 바와 같은 이진화 작업을 수행하고, 상기 이진화 작업이 완료되면 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩한 후 각각의 블록에 부여된 값들을 평균하여 확률 모델을 형성하도록 구성될 수 있다.
- [0011] 상기의 목적을 달성하기 위해 본 발명의 실시형태에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법은 상기 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치에 의해 구현된 방법으로서, 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부가 과거의 광물 가격 자료들을 입력받아 이를 기초로 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하는 단계; 수익 지수값 계산부가 상기 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성 단계에서 생성된 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 이용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 수행하여서 n 개의 광물가격들을 생성하고 이를 이용하여 n 개의 수익 지수값들을 계산하는 단계; 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부가 상기 수익 지수값 계산 단계에서 계산된 n 개의 수익 지수값들을 기초로 n 개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하는 단계; 및 확률 모델 형성부가 상기 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성 단계에서 생성된 n 개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩하여 확률 모델을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 상기 실시형태에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법은 상기 확률 모델 형성 단계에서 형성된 확률 모델을 디스플레이하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 실시형태에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법에 있어서, 상기 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성 단계는 장기간에 걸친 과거의 광물 가격 자료들을 입력받는 단계; 상기 입력 단계에서 입력된 상기 광물 가격 자료들에 대한 통계를 분석하는 단계; 및 상기 분석 단계에서 분석된 결과를 이용하여 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 실시형태에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법에 있어서, 상기 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성 단계는 상기 수익 지수값 계산 단계에서 계산된 n 개의 수익 지수값들을 이용하여 모든 블록들에 대해 n 개의 BEV들을 계산하는 단계; 및 상기 BEV 계산 단계에서 계산된 n 개의 BEV 계산 결과들을 노천 채광장 경계 최적화 알고리즘에 입력하여 노천 채광장의 최적 경계를 분석하여서 n 개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 실시형태에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법에 있어서, 상기 확률 모델 형성 단계는 상기 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 검토하여 각각의 블록이 최적 경계 내에 존재할 경우 1.0을 부여하는 한편, 존재하지 않을 경우 0.0을 부여하는 바와 같은 이진화 작업을 수행하는 단계; 및 상기 이진화 작업 단계에서 이진화 작업이 완료되면 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩한 후 각각의 블록에 부여된 값들을 평균하여 확률 모델을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 실시형태에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치 및 그 방법에 의하면, 과거의 광물 가격 자료들을 입력받아 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하고, 생성된 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 이용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 수행하여서 n 개의 광물가격들을 생성하고

이를 이용하여 n개의 수익 지수값들을 계산하며, 계산된 n개의 수익 지수값들을 기초로 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하며, 생성된 이들 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩하여 확률 모델을 형성하도록 구성되어 있으므로, 노천 채광장의 경계 최적화 결과에 나타나는 불확실성을 정량적으로 표현할 수 있다는 뛰어난 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치의 제어블록도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법을 나타내는 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 본 발명의 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치의 제어블록도이다.

[0020] 본 발명의 실시예에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치는, 도 1에 도시된 바와 같이, 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부(100), 수익 지수값 계산부(200), 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부(300), 확률 모델 형성부(400) 및 표시부(500)를 포함한다.

[0021] 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부(100)는 장기간에 걸친 과거의 광물 가격 자료들을 입력받아 이를 기초로 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하는 역할을 한다. 좀 더 상세하게 설명하면, 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부(100)는 장기간에 걸친 과거의 광물 가격 자료들을 입력받고, 입력된 광물 가격 자료들에 대한 통계를 분석하며, 분석 결과를 이용하여 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하는 역할을 한다. 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선의 생성과정에 대해 상세히 설명하면, 우선 광물 가격의 변동성을 조사하기 위해 장기간에 걸친 과거의 광물 가격 자료를 입력받고, 입력받은 자료들에 대한 통계 분석을 통해 최대값, 최소값, 평균값 등을 계산한다. 이어서 상기 통계 분석 결과를 이용하여 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 작성하는데 필요한 계급의 폭을 다음의 수학적 식 1

[0022] [수학적 식 1]

$$\text{계급의 폭} = \frac{\text{최대값} - \text{최소값}}{\text{계급의 수}}$$

[0023]

[0024] 과 같이 계산한다. 일반적으로 계급의 수는 10~20개로 설정한다. 계급의 폭이 결정되면 입력된 광물 가격 자료를 분석하여 각 계급에 포함되는 자료의 빈도수를 조사하고, 이를 전체 자료 개수로 나누어 각 계급의 상대도수를 계산한다. 각 계급의 상대도수 계산 결과로부터 누적 상대 도수가 계산된다. 또한, 누적 상대 도수 계산 결과를 x축은 광물 가격, y축은 누적 상대 도수를 나타내는 그래프로 도식화하면 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 작성할 수 있다.

[0025] 수익 지수값 계산부(200)는 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부(100)로부터 생성된 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 이용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 수행하여서 n개의 광물 가격들을 생성하고 이를 이용하여 n개의 수익 지수값들을 계산하는 역할을 한다. 수익 지수값을 계산하는 과정에 대해 좀 더 상세하게 설명한다. 먼저 0.0 내지 1.0 사이의 임의의 실수를 n개 생성한 후, 생성된 각각의 실수를 누적 상대 도수 곡선의 y값으로 가정하고, 이에 대응하는 x값을 찾아내는 방법으로 n개의 광물 가격들을 생성한다. 이어서, 생성된 n개의 광물 가격들을 이용하여 n개의 수익 지수(revenue factor, RF)값을 다음의 수학적 식 2

[0026] [수학적 식 2]

$$RF = \frac{SP}{CP}$$

[0027]

[0028] 에 의해 계산한다. 여기서 수익 지수란 현재의 기준 광물 가격(CP)에 대한 불확실한 미래의 광물 가격(SP)의 비

을 나타낸다. 수익 지수는 광물 가격의 상승 또는 하락을 나타낼 수 있으므로 이를 이용하여 광물 가격의 변화에 따른 노천 채광장 최적 경계의 변화를 분석할 수 있다.

[0029] 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부(300)는 수익 지수값 계산부(200)로부터 계산된 n개의 수익 지수값들을 기초로 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하는 역할을 한다. 즉, 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부(300)는 수익 지수값 계산부(200)로부터 계산된 n개의 수익 지수값들을 이용하여 모든 블록들에 대해 n개의 BEV(Block Economic Value)들을 계산하고, 계산된 n개의 BEV 계산 결과들을 노천 채광장 경계 최적화 알고리즘에 입력하여 노천 채광장의 최적 경계를 분석하여서 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하는 역할을 한다. n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성과정에 대해 상세히 설명하기로 한다. 우선, 수익 지수값 계산부(200)로부터 계산된 n개의 수익 지수값들을 이용하여 모든 블록들에 대해 다음의 수학식 3 내지 5

[0030] [수학식 3]

[0031] $BEV(ore) = To \times (g \times r \times (RF \times P - SC) - PC - MC)$

[0032] [여기서, To는 광석 블록의 질량(tonne), g는 광석의 품위(grade), r은 광석의 회수율(recovery), RF는 수익지수, P는 광물의 가격, SC는 광석의 판매비용, PC는 광석의 선광비용(processing cost), MC는 광석의 채광 비용을 각각 의미한다]

[0033] [수학식 4]

[0034] $BEV(waste) = Tw \times MC$

[0035] [여기서, Tw는 폐석 블록의 질량(tonne)을 의미한다]

[0036] [수학식 5]

[0037] $BEV = EBV(ore) - EBV(waste)$

[0038] 에 의해 n개의 BEV를 계산한다. 이어서, 모든 블록에 대한 n개의 BEV 값들이 계산되면 이 결과를 Lerchs and Grossmann Algorithm, Floating Cone Algorithm 등과 같은 최적화 알고리즘에 입력하여 노천 채광장의 최적 경계를 분석할 수 있다. 총 n개의 BEV가 계산되므로 노천 채광장 경계 최적화 작업도 n번 수행되어야 하며, 그 결과로서 n개의 최적화 결과들이 생성된다.

[0039] 확률 모델 형성부(400)는 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부(300)로부터 생성된 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩하여 확률 모델을 형성하는 역할을 한다. 확률 모델 형성부(400)는 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부(300)에서 생성된 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩하여 확률 모델을 형성하기 위해, 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 검토하여 각각의 블록이 최적 경계 내에 존재할 경우 1.0을 부여하는 한편, 존재하지 않을 경우 0.0을 부여하는 바와 같은 이진화 작업을 수행하고, 이진화 작업이 완료되면 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩한 후 각각의 블록에 부여된 값들을 다음의 수학식 6

[0040] [수학식 6]

$$Z = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n Z_i$$

[0041]

[0042] [여기서 Z는 블록이 노천 채광장 최적 경계 내에 존재할 확률(0, 0-1, 0), Zi는 i 번째 노천 채광장 최적 경계 분석 결과에서 블록에 부여된 이진화된 값을 각각 의미하며, Z는 모든 블록에 대해 계산되어야 한다]

[0043] 에 의해 평균하여 확률 모델을 형성한다.

[0044] 표시부(500)는 확률 모델 형성부(400)로부터 형성된 확률 모델을 디스플레이하는 역할을 한다.

[0045] 한편, 상기 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부(100), 수익 지수값 계산부(200), 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부(300), 확률 모델 형성부(400) 및 표시부(500)는 개별적인 구성요소로 나타내었으나, PC(Personal Computer), 노트북, 태블릿 PC, 넷북, 스마트폰 등과 같은 하나의 단말 장치로 구성될 수 있다.

[0046] 이하, 상기한 바와 같이 구성된 본 발명의 실시예에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결

과의 불확실성 표현 장치에 의해 구현된, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법을 설명하기로 한다.

[0047] 도 2는 본 발명의 실시예에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 방법을 나타내는 플로우차트로서, 여기서 S는 스텝(step)을 의미한다.

[0048] 먼저, 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부(100)가 과거의 광물 가격 자료들을 입력받아 이를 기초로 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성한다(S1). 스텝(S1)은 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부(100)에 의해 수행되며, 장기간에 걸친 과거의 광물 가격 자료들을 입력받는 스텝(S1-1), 스텝(S1-1)에서 입력된 광물 가격 자료들에 대한 통계를 분석하는 스텝(S1-2), 및 스텝(S1-2)에서 분석된 결과를 이용하여 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하는 스텝(S1-3)을 포함한다.

[0049] 이어서, 스텝(S2)에서는 수익 지수값 계산부(200)가 스텝(S1)에서 생성된 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 이용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 수행하여서 n개의 광물가격들을 생성하고(S2-1), 이를 이용하여 n개의 수익 지수값들을 계산한다(S2-2).

[0050] 스텝(S3)에서는 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부(300)가 스텝(S2)에서 계산된 n개의 수익 지수값들을 기초로 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성한다. 스텝(S3)은 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부(300)에 의해 수행되며, 스텝(S2)에서 계산된 n개의 수익 지수값들을 이용하여 모든 블록들에 대해 n개의 BEV들을 계산하는 스텝(S3-1), 스텝(S3-1)에서 계산된 n개의 BEV 계산 결과들을 노천 채광장 경계 최적화 알고리즘에 입력하여 노천 채광장의 최적 경계를 분석하여서 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하는 스텝(S3-2)을 포함한다.

[0051] 스텝(S4)에서는 확률 모델 형성부(400)가 스텝(S3)에서 생성된 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩하여 확률 모델을 형성한다. 스텝(S4)은 확률 모델 형성부(400)에 의해 수행되며, n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 검토하여 각각의 블록이 최적 경계 내에 존재할 경우 1.0을 부여하는 한편, 존재하지 않을 경우 0.0을 부여하는 바와 같은 이진화 작업을 수행하는 스텝(미도시됨), 및 이 이진화 작업 스텝에서 이진화 작업이 완료되면 각각의 블록에 부여된 값들을 평균하여 확률 모델을 형성하는 스텝(미도시됨)을 포함한다.

[0052] 스텝(S5)에서는 표시부(500)에 의해 스텝(S4)에서 형성된 확률 모델이 디스플레이된다.

[0053] 본 발명의 실시예에 의한, 광물 가격 변동에 따른 노천 채광장 경계 최적화 결과의 불확실성 표현 장치 및 그 방법에 의하면, 과거의 광물 가격 자료들을 입력받아 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 생성하고, 생성된 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선을 이용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 수행하여서 n개의 광물가격들을 생성하고 이를 이용하여 n개의 수익 지수값들을 계산하며, 계산된 n개의 수익 지수값들을 기초로 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 생성하며, 생성된 이들 n개의 노천 채광장 경계 최적화 결과들을 하나로 중첩하여 확률 모델을 형성하도록 구성되어 있으므로, 노천 채광장의 경계 최적화 결과에 나타나는 불확실성을 정량적으로 표현할 수 있다.

[0054] 도면과 명세서에는 최적의 실시예가 개시되었으나, 특정한 용어들이 사용되었으나 이는 단지 본 발명의 실시형태를 설명하기 위한 목적으로 사용된 것이지 의미를 한정하거나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0055] 100: 광물 가격의 누적 상대 도수 곡선 생성부

200: 수익 지수값 계산부

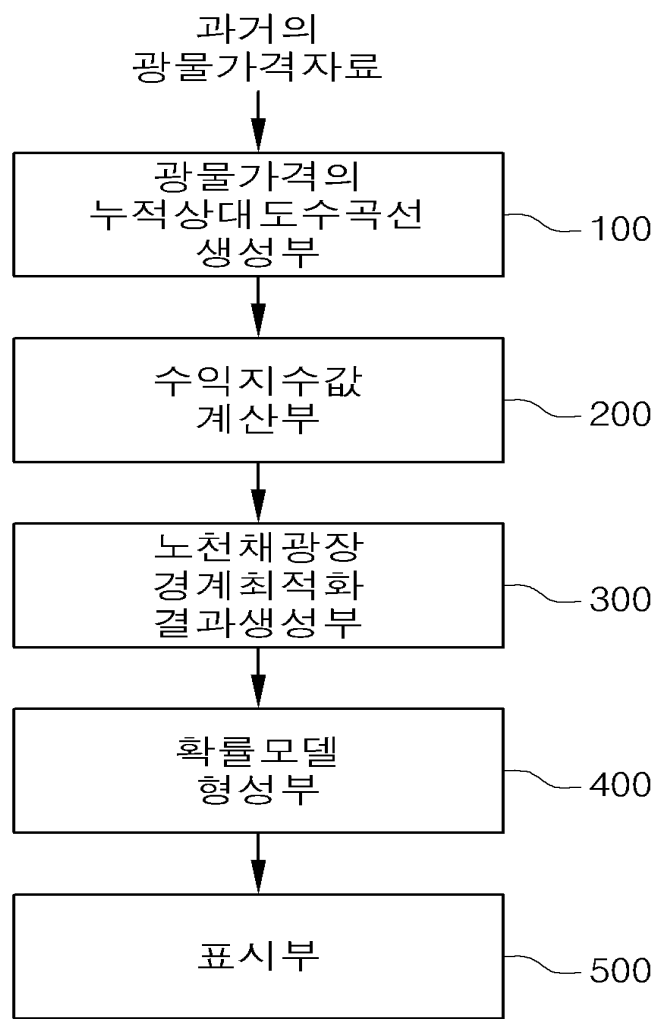
300: 노천 채광장 경계 최적화 결과 생성부

400: 확률 모델 형성부

500: 표시부

도면

도면1



도면2

