



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0105798  
(43) 공개일자 2025년07월09일

|                                                                                                                                          |                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br>G16B 25/20 (2019.01) G06N 3/0464 (2023.01)<br>G16B 30/10 (2019.01) G16B 40/20 (2019.01)<br>G16B 50/00 (2019.01) | (71) 출원인<br>고려대학교 산학협력단<br>서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)     |
| (52) CPC특허분류<br>G16B 25/20 (2019.02)<br>G06N 3/0464 (2023.01)                                                                            | (72) 발명자<br>강재우<br>서울특별시 성동구 왕십리로 241, 103동 1402호 (행당동, 서울숲 더샵) |
| (21) 출원번호 10-2023-0196890                                                                                                                | 임채승<br>경기도 안양시 동안구 동편로 135, 402동 903호 (관양동, 동편마을)               |
| (22) 출원일자 2023년12월29일<br>심사청구일자 2023년12월29일                                                                                              | (74) 대리인<br>특허법인위솔                                              |

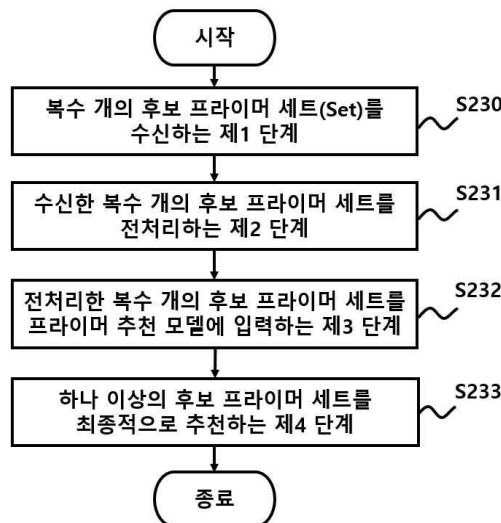
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법 및 이를 위한 장치**

(57) 요약

본 발명의 일 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법은 (a) 상기 타겟 DNA에 대하여 상기 장치 이외의 공지된 장치에서 설계한 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 수신하는 제1 단계, (b) 상기 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리하는 제2 단계, (c) 상기 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력하는 제3 단계 및 (d) 상기 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천하는 제4 단계를 포함하며, 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은, 서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

**G16B 30/10** (2019.02)

**G16B 40/20** (2019.02)

**G16B 50/00** (2019.02)

(72) 발명자

**주민재**

서울특별시 성북구 고려대로 13길 26 (안암동2가)  
반석빌딩 504호

**서수민**

경기도 의정부시 경의로85번길 29 (의정부동, 신한  
주택) 103호

**김하정**

서울특별시 성북구 보문로30가길 27-18 (동선동2  
가) 제이하우스 202호

**윤원진**

서울특별시 중구 다산로46길 17, 4층 이스트401호  
(홍인동, 청계천 두산위브더제니스)

**최준석**

서울특별시 동대문구 무학로47길 10, 502호

**장용식**

서울시 동작구 여의대방로 28 신대방현대아파트  
102동 108호

**지현슬**

서울특별시 관악구 난곡로 74길 52(신림동 에이스  
맨션2) 601호

**이준민**

경기도 시흥시 은계중앙로 115 우미린 더 퍼스트  
407동 1503호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                  |
|-------------|----------------------------------|
| 과제고유번호      | 1465039951                       |
| 과제번호        | HR20C0021030023                  |
| 부처명         | 보건복지부                            |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국보건산업진흥원                        |
| 연구사업명       | 연구중심병원육성                         |
| 연구과제명       | 인공지능·빅데이터 기반 데이터주도 의료기술 개발 및 고도화 |
| 기 여 율       | 1/1                              |
| 과제수행기관명     | 고려대학교산학협력단                       |
| 연구기간        | 2023.01.01 ~ 2023.12.31          |

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

프로세서 및 메모리를 포함하는 장치가 타겟 DNA에 적합하게 설계한 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법에 있어서,

- (a) 상기 타겟 DNA에 대하여 상기 장치 이외의 공지된 장치에서 설계한 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 수신하는 제1 단계;
- (b) 상기 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리하는 제2 단계;
- (c) 상기 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력하는 제3 단계; 및
- (d) 상기 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천하는 제4 단계;

를 포함하며,

상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은,

서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함하는,

최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 단계에서 수신하는 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각이 포함하는 F 프라이머 및 R 프라이머는,

A, T, G 및 C 중 어느 하나 이상으로 구성된 염기 서열의 최대 길이가 40인,

최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 단계에서의 전처리는,

상기 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각이 포함하는 F 프라이머 및 R 프라이머를 0 과 1로 구성된 길이 4의 벡터로 바이너리 인코딩(Binary Encoding)하는 처리인,

최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 프라이머 추천 모델은,

CNN(Convolution Neural Network) 모델이며,

복수 개의 커널(Kernel)을 컨볼루션 레이어(Layer)로 포함하고,

상기 복수 개의 커널 각각은,

(4, 3), (4, 5) 및 (4, 7) 중 어느 하나의 차원을 갖는,

최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법.

## 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 프라이머 추천 모델은,

상기 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각이 포함하는 F 프라이머 및 R 프라이머가 상기 복수 개의 커널을 통과하여 생성한 복수 개의 활성화 맵(Activation map)을 Concat 연산을 통해 하나로 연결한 상태에서 통과시켜 1차원 벡터로 변환하는 플래튼(Flatten) 레이어;

를 더 포함하는 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법.

## 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 플래튼 레이어를 통과하여 하나로 연결한 상태에서 변환된 1차원 벡터에 검색 종류를 나타내는 종(Species) 벡터를 추가하고 통과시키는 하나 이상의 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어;

를 더 포함하는 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법.

## 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제4 단계에서의 최종 추천하는 하나 이상의 후보 프라이머 세트는,

상기 하나 이상의 풀리 커넥티드 레이어의 출력값에 시그모이드(Sigmoid) 함수를 적용하여 0.5 미만인 하나 이상의 후보 프라이머 세트인,

최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법.

## 청구항 8

하나 이상의 프로세서;

네트워크 인터페이스;

상기 프로세서에 의해 수행되는 컴퓨터 프로그램을 로드(Load)하는 메모리; 및

대용량 네트워크 데이터 및 상기 컴퓨터 프로그램을 저장하는 스토리지를 포함하되,

상기 컴퓨터 프로그램은 상기 하나 이상의 프로세서에 의해,

(A) 상기 타겟 DNA에 대하여 상기 장치 이외의 공지된 장치에서 설계한 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 수신하는 제1 단계;

(B) 상기 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리하는 제2 단계;

(C) 상기 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력하는 제3 단계; 및

(D) 상기 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천하는 제4 단계;

를 실행하며,

상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은,

서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함하는,

최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치.

## 청구항 9

컴퓨팅 장치와 결합하여,

(AA) 상기 타겟 DNA에 대하여 상기 장치 이외의 공지된 장치에서 설계한 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를

수신하는 제1 단계;

(BB) 상기 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리하는 제2 단계;

(CC) 상기 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력하는 제3 단계; 및

(DD) 상기 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천하는 제4 단계;

를 포함하며,

상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은,

서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함하는,

컴퓨터로 관독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

## 청구항 10

타겟 DNA에 대하여 설계된 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 수신하는 통신부;

수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리하는 전처리부;

전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력하고, 상기 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천하는 후보 프라이머 세트 추천부;

를 포함하되,

상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은,

서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함하는,

최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다. 보다 자세하게는 기 설계된 프라이머 후보군 중에서 가장 효율적인 프라이머를 선별하여 추천하는 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 중합효소연쇄반응(PCR, Polymerase Chain Reaction)은 타겟 병원체의 유전자에 특이적인 두 개의 프라이머를 이용하여 병원체의 특정 유전자를 증폭해 병원체의 유무를 판단하는 분자 진단 검사 방법인바, 최근 코로나 19 검사를 위해 많이 활용된바 있다.

[0003] 한편, 타겟 병원체의 유전자에 특이적인 두 개의 프라이머는 소위 말하는 F 프라이머와 R 프라이머인(이를 "프라이머 세트"라 한다)바 각각 정방향 프라이머와 역방향 프라이머를 의미하며, 타겟 병원체의 유전자의 전방 가닥에 있는 특정 DNS 서열과 결합하도록 설계된 짧은 뉴클레오타이드 서열이 F 프라이머, 이와 상보적인 관계에 있는 서열이 R 프라이머이고, 종래의 타겟 병원체 맞춤 F 프라이머 및 R 프라이머 설계는 상용화된 프라이머 설계 프로그램이 널리 사용되어져 왔다.

[0004] 이는 사용자가 선택한 병원체의 유전자 서열 중에서 길이, 프라이머 간의 상보성, GC 함량, 프라이머 내의2차 구조, TM값, 사용 농도 등 다양한 항목을 고려하여 다섯 개 내지는 여섯 개의 서열을 후보 프라이머 세트로 최종 추천하는 방식을 채택하고 있다.

[0005] 그러나 종래의 프라이머 설계 프로그램은 타겟 병원체 이외에 시료에 존재하는 다른 DNA의 증폭을 예측하지 못하기 때문에 최종 추천하는 후보 프라이머 세트라 할지라도 실제로는 타겟 병원체에 적합하지 않을 수 있는바, 이로 인해 최종 추천된 후보 프라이머 세트들을 합성하여 핵산 증폭 효율이 가장 좋은 프라이머 세트를 도출하

는 PCR 실험이 반드시 필요하게 되었으며, 이는 많은 시간과 인건비 등이 소요되는 번거로운 절차에 해당한다.

[0006] 이러한 문제점에도 불구하고 중합효소연쇄반응을 위해 타겟 병원체의 유전자에 특이적인 후보 프라이머 세트를 설계해야 할 필요성은 여전히 높은바, 본 발명은 이를 위한 새롭고 진보적인 기술에 관한 것이다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제 10-2022-0006268호(2022.01.17)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 중합효소연쇄반응을 위해 타겟 병원체의 유전자에 특이적인 후보 프라이머 세트를 설계함에 있어서 많은 시간과 인건비 등이 소요되는 PCR 실험이 요구되지 않는 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법은 (a) 상기 타겟 DNA에 대하여 상기 장치 이외의 공지된 장치에서 설계한 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 수신하는 제1 단계, (b) 상기 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리하는 제2 단계, (c) 상기 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력하는 제3 단계 및 (d) 상기 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천하는 제4 단계를 포함하며, 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은, 서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함한다.

[0011] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 단계에서 수신하는 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각이 포함하는 F 프라이머 및 R 프라이머는, A, T, G 및 C 중 어느 하나 이상으로 구성된 염기 서열의 최대 길이가 40일 수 있다.

[0012] 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 단계에서의 전처리는, 상기 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각이 포함하는 F 프라이머 및 R 프라이머를 0 과 1로 구성된 길이 4의 벡터로 바이너리 인코딩(Binary Encoding)하는 처리일 수 있다.

[0013] 일 실시 예에 따르면, 상기 프라이머 추천 모델은, CNN(Convolution Neural Network) 모델이며, 복수 개의 커널(Kernel)을 컨볼루션 레이어(Layer)로 포함하고, 상기 복수 개의 커널 각각은, (4, 3), (4, 5) 및 (4, 7) 중 어느 하나의 차원을 가질 수 있다.

[0014] 일 실시 예에 따르면, 상기 프라이머 추천 모델은, 상기 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각이 포함하는 F 프라이머 및 R 프라이머가 상기 복수 개의 커널을 통과하여 생성한 복수 개의 활성화 맵(Activation map)을 Concat 연산을 통해 하나로 연결한 상태에서 1차원 벡터로 변환하는 플래튼(Flatten) 레이어를 더 포함할 수 있다.

[0015] 일 실시 예에 따르면, 상기 플래튼 레이어를 통과하여 하나로 연결한 상태에서 변환된 1차원 벡터에 검체 종류를 나타내는 종(Species) 벡터를 추가하고 통과시키는 하나 이상의 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어를 더 포함할 수 있다.

[0016] 일 실시 예에 따르면, 상기 제4 단계에서의 최종 추천하는 하나 이상의 후보 프라이머 세트는, 상기 하나 이상의 풀리 커넥티드 레이어의 출력값에 시그모이드(Sigmoid) 함수를 적용하여 0.5 미만인 하나 이상의 후보 프라이머 세트일 수 있다.

[0017] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치는

하나 이상의 프로세서, 네트워크 인터페이스, 상기 프로세서에 의해 수행되는 컴퓨터 프로그램을 로드(Load)하는 메모리 및 대용량 네트워크 데이터 및 상기 컴퓨터 프로그램을 저장하는 스토리지를 포함하되, 상기 컴퓨터 프로그램은 상기 하나 이상의 프로세서에 의해, (A) 상기 타겟 DNA에 대하여 상기 장치 이외의 공지된 장치에서 설계한 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 수신하는 제1 단계, (B) 상기 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리하는 제2 단계, (C) 상기 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력하는 제3 단계 및 (D) 상기 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천하는 제4 단계를 실행하며, 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은, 서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함한다.

[0018] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램은 컴퓨팅 장치와 결합하여, (AA) 상기 타겟 DNA에 대하여 상기 장치 이외의 공지된 장치에서 설계한 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 수신하는 제1 단계, (BB) 상기 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리하는 제2 단계, (CC) 상기 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력하는 제3 단계 및 (DD) 상기 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천하는 제4 단계를 포함하며, 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은, 서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함한다.

[0019] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 일 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치는 타겟 DNA에 대하여 설계된 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 수신하는 통신부, 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리하는 전처리부, 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력하고, 상기 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천하는 후보 프라이머 세트 추천부를 포함하되, 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은, 서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0020] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 중합효소연쇄반응을 위해 타겟 병원체의 유전자에 특이적인 후보 프라이머 세트를 설계함에 있어서 많은 시간과 인건비 등이 소요되는 PCR 실험이 요구되지 않는 효과가 있다.

[0021] 또한, F 및 R 프라이머 세트, 타겟 유전자가 주어졌을 때 상보적인 서열을 가진 검체와의 PCR 반응 시 Ct 값이 40을 초과할 것인지의 여부와 염기서열(ct) 값에 따른 프라이머 세트의 조건 학습 모델을 통해 후보 서열 중 최적의 서열을 선별할 수 있는 효과가 있으며, 진단에 사용되는 프라이머의 정확도를 높일 수 있다.

[0022] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해 될 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치가 포함하는 전체 구성을 예시적으로 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법의 대표적인 단계를 나타낸 순서도이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법에 있어서 전반적인 흐름을 설명하기 위한 각 단계 및 해당 단계의 구조를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법에 있어서, 프라이머 추천 모델의 설명을 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법에 있어서, 프라이머 추천 모델의 플래튼(Flatten) 레이어를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법에 있어서, 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어를 설명하기 위한 도면이다.

도 7는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치의 개략적인 구성을 나타낸 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명의 목적과 기술적 구성 및 그에 따른 작용 효과에 관한 자세한 사항은 본 발명의 명세서에 첨부된 도면에 의거한 이하의 상세한 설명에 의해 보다 명확하게 이해될 것이다. 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시 예를 상세하게 설명한다.
- [0025] 본 명세서에서 개시되는 실시 예들은 본 발명의 범위를 한정하는 것으로 해석되거나 이용되지 않아야 할 것이다. 이 분야의 통상의 기술자에게 본 명세서의 실시 예를 포함한 설명은 다양한 응용을 갖는다는 것이 당연하다. 따라서, 본 발명의 상세한 설명에 기재된 임의의 실시 예들은 본 발명을 보다 잘 설명하기 위한 예시적인 것이며 본 발명의 범위가 실시 예들로 한정되는 것을 의도하지 않는다.
- [0026] 도면에 표시되고 아래에 설명되는 기능 블록들은 가능한 구현의 예들일 뿐이다. 다른 구현들에서는 상세한 설명의 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다른 기능 블록들이 사용될 수 있다. 또한, 본 발명의 하나 이상의 기능 블록이 개별 블록들로 표시되지만, 본 발명의 기능 블록들 중 하나 이상은 동일 기능을 실행하는 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 구성들의 조합일 수 있다.
- [0027] 또한, 어떤 구성요소들을 포함한다는 표현은 "개방형"의 표현으로서 해당 구성요소들이 존재하는 것을 단순히 지칭할 뿐이며, 추가적인 구성요소들을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.
- [0028] 나아가 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급될 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 한다.
- [0029] 이하에서는 도면들을 참조하여 본 발명의 세부적인 실시 예들에 대해 살펴보도록 한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(100)가 포함하는 전체 구성을 예시적으로 도시한 도면이다.
- [0031] 그러나 이는 본 발명의 목적을 달성하기 위한 바람직한 실시 예일 뿐이며, 필요에 따라 일부 구성이 추가되거나 삭제될 수 있고, 어느 한 구성이 수행하는 역할을 다른 구성이 함께 수행할 수도 있음은 물론이다.
- [0032] 본 발명의 제1 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(100)는 프로세서(10), 네트워크 인터페이스(20), 메모리(30), 스토리지(40) 및 이들을 연결하는 데이터 버스(50)를 포함할 수 있으며, 기타 본 발명의 목적을 달성함에 있어 요구되는 추가적인 구성들을 더 포함할 수 있음은 물론이라 할 것이다.
- [0033] 프로세서(10)는 각 구성의 전반적인 동작을 제어한다. 프로세서(10)는 CPU(Central Processing Unit), MPU(Micro Processor Unit), MCU(Micro Controller Unit) 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 널리 알려져 있는 형태의 인공지능 프로세서 중 어느 하나일 수 있다. 아울러, 프로세서(10)는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법을 수행하기 위한 적어도 하나의 애플리케이션 또는 프로그램에 대한 연산을 수행할 수 있는바, 이를 위해 프로세서(10)에는 소정의 구조를 나타내는 인공지능 모델의 하나인 프라이머 추천 모델을 포함할 수 있으나, 이에 대해서는 후술하도록 한다.
- [0034] 네트워크 인터페이스(20)는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(100)의 유무선 인터넷 통신을 지원하며, 그 밖의 공지의 통신 방식을 지원할 수도 있다. 따라서 네트워크 인터페이스(20)는 그에 따른 통신 모듈을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0035] 메모리(30)는 각종 정보, 명령 및/또는 정보를 저장하며, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법을 수행하기 위해 스토리지(40)로부터 하나 이상의 컴퓨터 프로그램(41)을 로드할 수 있다. 도 1에서는 메모리(30)의 하나로 RAM을 도시하였으나 이와 더불어 다양한 저장 매체를 메모리(30)로 이용할 수 있음은 물론이다.
- [0036] 스토리지(40)는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램(41) 및 대용량 네트워크 정보(42)를 비임시적으로 저장할 수 있다. 이러한 스토리지(40)는 ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시 메모리 등과 같은 비휘발성 메모리, 하드 디스크(HDD), 보조 저장 매체(SSD), 착탈형 디스크, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 널리 알려져 있는 임의의 형태의 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체 중 어느 하나일 수 있다.
- [0037] 컴퓨터 프로그램(41)은 메모리(30)에 로드되어, 하나 이상의 프로세서(10)에 의해, (A) 타겟 DNA에 대하여 상기

장치 이외의 공지된 장치에서 설계한 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 수신하는 제1 단계, (B) 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리하는 제2 단계, (C) 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력하는 제3 단계 및 (D) 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천하는 제4 단계를 실행할 수 있다.

- [0038] 또한, 여기서, 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은, 서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함할 수 있다.
- [0039] 이상 간단하게 언급한 컴퓨터 프로그램(41)이 수행하는 오퍼레이션은 컴퓨터 프로그램(41)의 일 기능으로 볼 수 있으며, 보다 자세한 설명은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법에 대한 설명에서 후술하도록 한다.
- [0040] 데이터 버스(50)는 이상 설명한 프로세서(10), 네트워크 인터페이스(20), 메모리(30) 및 스토리지(40) 사이의 명령 및/또는 정보의 이동 경로가 된다.
- [0041] 이상 간단하게 설명한 본 발명의 제1 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(100)는 독립된 디바이스의 형태, 예를 들어 전자 기기나 서버(클라우드 포함)의 형태일 수 있으며, 여기서 전자 기기는 한 장소에 고정 설치되어 사용하는 데스크톱 PC, 서버 디바이스 등과 같은 기기 뿐만 아니라, 스마트폰, 태블릿 PC, 노트북 PC, PDA, PMP 등과 같이 휴대가 용이한 포터블 기기 등이라도 무방한바, 프로세서(10)에 해당하는 CPU가 설치되어 있고 네트워크 기능과 입력 수단 등을 보유하고 있는 전자 기기라면 어떠한 것이라도 무방하다 할 것이다.
- [0042] 이하, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(100)가 독립된 디바이스인 전자 기기 형태 중, "서버"의 형태임을 전제로 최적의 프라이머 세트를 추천받고자 하는 사용자의 사용자 단말(미도시)에 설치된 전용 어플리케이션을 통해 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법을 제공하는 과정에 대하여 도 2 내지 도 6을 참조하여 설명하도록 한다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법의 대표적인 단계를 나타낸 순서도이다.
- [0044] 그러나 이는 본 발명의 목적을 달성함에 있어서 바람직한 실시 예일 뿐이며, 필요에 따라 일부 단계가 추가 또는 삭제될 수 있음은 물론이고, 어느 한 단계가 다른 단계에 포함되어 수행될 수도 있다.
- [0045] 그리고 도 3은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법에 있어서 전반적인 흐름을 설명하기 위한 각 단계 및 해당 단계의 구조를 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법에 있어서, 프라이머 추천 모델의 설명을 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법에 있어서, 프라이머 추천 모델의 플래튼(Flatten) 레이어를 설명하기 위한 도면이며, 도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법에 있어서, 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어를 설명하기 위한 도면이다.
- [0046] 도 3내지 도 6을 참고하여, 개략적으로 설명할 경우, 입력데이터로 사용되는 프라이머는 A, T, G, C의 네 가지 염기로 구성된 서열일 수 있고, 이들의 최대 길이는 40로 정의될 수 있다.
- [0047] 그리고 프라이머 서열을 컴퓨터가 인식할 수 있는 형태로 변환하기 위해, 각 염기는 0과 1로 구성된 길이 4의 벡터로 binary encoding 될 수 있다.
- [0048] 이렇게 인코딩된 프라이머는 (4, 40) 차원의 행렬 형태로 input embedding을 형성하게 될 수 있다.
- [0049] 그리고 생성된 input embedding은 Convolutional Neural Network(CNN) 모델을 통과할 수 있다. 도 4와 같이 Convolutional layer에는 세 종류의 필터로 이루어질 수 있다.
- [0050] 그리고 각각의 필터는 (4, 3), (4, 5) 및 (4, 7)의 차원을 가질 수 있다.
- [0051] 또한, 각각의 input embedding 은 이 필터들과 convolution 연산을 수행할 수 있고, 이를 통해 각각의 활성화 맵(Activation map)을 생성할 수 있다.
- [0052] 여기서, 활성화 맵(Activation map)이 input embedding과 동일한 차원을 유지할 수 있도록, input embedding에 zero padding이 적용될 수 있다.
- [0053] 이러한 과정은 프라이머의 서열 패턴을 효과적으로 분석하여, 염기서열(Ct) 값과 관련된 중요한 특징을 추출하

는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

- [0054] 그리고 컨볼루션 레이어(Layer)를 통과한 후 얻어진 세계의 활성화 맵(Activation map)은 각각 (4, 40)의 차원을 가질 수 있다.
- [0055] 이러한 활성화 맵(Activation map)은 도 5에 표시된 것처럼 연결될 수 있고, 최종적으로 (12, 40)의 차원을 가진 하나의 큰 맵으로 합쳐질 수 있다.
- [0056] 이렇게 합쳐진 활성화 맵(Activation map)은 그 다음으로 플래튼(Flatten) 레이어를 통해 1차원 벡터로 변환될 수 있다.
- [0057] 이러한 1차원 벡터는 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어에 입력 데이터로 사용될 수 있으며, 이 단계에서는 더 깊은 학습과 복잡한 패턴 인식이 수행될 수 있다.
- [0058] 그리고 F 프라이머 및 R 프라이머 세트가 주어지면, 각 프라이머는 독립적으로 앞서 언급한 Convolutional Neural Network(CNN) 모델을 거칠 수 있다.
- [0059] 각각의 프라이머에 대해 CNN을 통해 나온 출력 벡터는 검체의 종류를 나타내는 1차원 벡터와 결합될 수 있다.
- [0060] 이렇게 결합된 벡터는 총 길이가 961인 벡터로, 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어의 입력 데이터로 사용될 수 있다.
- [0061] 이후, 2번의 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어를 거칠 수 있다.
- [0062] 첫번째 layer에서는 길이 961의 벡터가 길이 256의 벡터로 변환될 수 있고, 두번째 layer에서는 이를 다시 길이 1의 벡터로 변환할 수 있다.
- [0063] 최종적으로, 시그모이드(Sigmoid) 함수를 통해 출력값이 0과 1사이의 값으로 변환될 수 있다.
- [0064] 그리고 0.5를 기준으로 각각의 프라이머 세트에 대해 염기서열(Ct)값이 40을 초과할 여부에 대해 예측할 수 있다.
- [0065] 이러한 과정을 통해, 복잡한 생물학적 데이터를 분석하고 염기서열(Ct) 값의 예측에 필요한 정확한 결론을 도출할 수 있게 된다.
- [0066] 한편, 각 단계는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(100)를 통해 이루어지는 것을 전제로 하며, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(100)가 "서버"의 형태임을 전제로 하였기 때문에 사용자 단말(미도시)에 설치된 전용 어플리케이션을 본 발명의 제1 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(100)와 동일한 의미로 볼 것이고, 설명의 편의를 위해 이들 모두를 "장치(100)"로 명명하도록 한다.
- [0067] 도 2를 참고하면, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법은 프로세서 및 메모리를 포함하는 장치가 타겟 DNA에 적합하게 설계한 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법으로서, (a) 타겟 DNA에 대하여 장치 이외의 공지된 장치에서 설계한 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 수신하는 제1 단계를 포함할 수 있다.(S230)
- [0068] 그리고 제1단계에서 수신하는 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각이 포함하는 F 프라이머 및 R 프라이머는 A, T, G 및 C 중 어느 하나 이상으로 구성된 염기 서열의 최대 길이가 40인 것일 수 있다.
- [0069] 또한, (b) 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리하는 제2 단계를 포함할 수 있다.(S231)
- [0070] 그리고 제2단계에서의 전처리는 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각이 포함하는 F 프라이머 및 R 프라이머를 0 과 1로 구성된 길이 4의 벡터로 바이너리 인코딩(Binary Encoding)하는 처리를 의미할 수 있다.
- [0071] 또한, 제2단계에서의 전처리를 수행한 결과, 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트는 (4, 40) 차원의 행렬 형태로 input embedding을 형성할 수 있다.
- [0072] 그리고 input embedding으로 형성된 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트는 후술할 3단계에 의해 프라이머 추천 모델에 입력될 수 있다.
- [0073] 즉, (c) 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력하는 제3 단계를 포함할 수 있다.(S232)

- [0074] 여기서, 프라이머 추천 모델은 CNN(Convolution Neural Network) 모델일 수 있다.
- [0075] 또한, 프라이머 추천 모델은 복수 개의 커널(Kernel)을 컨볼루션 레이어(Layer)로 포함할 수 있으며, 복수 개의 커널 각각은, (4, 3), (4, 5) 및 (4, 7) 중 어느 하나의 차원을 가질 수 있다.
- [0076] 보다 구체적으로, 도 4를 참고하면 컨볼루션 레이어(Layer)는 복수 개의 커널로 구성될 수 있고, 복수 개의 커널은 (4, 3), (4, 5) 및 (4, 7) 중 어느 하나의 차원을 가질 수 있다.
- [0077] 그리고 상술한 input embedding으로 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 형성할 수 있다.
- [0078] 또한, input embedding은 상술한 커널과 convolution 연산을 수행함으로써, 각각의 활성화 맵(Activation map)을 생성할 수 있다.
- [0079] 여기서, 활성화 맵(Activation map)이 input embedding과 동일한 차원을 유지할 수 있도록, input embedding에 zero padding이 적용될 수 있다.
- [0080] 이러한 과정은 프라이머의 서열 패턴을 효과적으로 분석하여, 염기서열 값과 관련된 중요한 특징을 추출하는 데 중요한 역할을 할 수 있다.
- [0081] 보다 구체적으로 도 4를 설명할 경우, 컨볼루션 레이어(Layer)의 입력 데이터인 F 프라이머는 (4, 40)의 차원을 갖는 input embedding으로 변환될 수 있다.
- [0082] 그리고 (4, 40)의 차원을 갖는 input embedding으로 변환된 이후, F 프라이머는 컨볼루션 레이어(Layer)를 통과할 수 있다.
- [0083] 여기서, 컨볼루션 레이어(Layer)는 상술하였듯이 (4, 3), (4, 5) 및 (4, 7)의 차원을 갖는 3 종류의 필터로 구성될 수 있다.
- [0084] 그리고 각각의 필터는 입력된 input embedding과 convolution 연산을 수행할 수 있다.
- [0085] 이러한 연산 과정에서 출력 값인 활성화 맵(Activation map)이 input embedding과 동일한 차원을 유지하도록 하기 위해, input embedding의 가장자리에 zero padding이 적용될 수 있다.
- [0086] 이를 통해, input embedding이 각각 필터와 convolution 연산을 통과한 뒤, 세 개의 활성화 맵(Activation map)으로 변환될 수 있다.
- [0087] 그리고 프라이머 추천 모델은, 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각이 포함하는 F 프라이머 및 R 프라이머가 복수 개의 커널을 통과하여 생성한 복수 개의 활성화 맵(Activation map)을 Concat 연산을 통해 하나로 연결한 상태에서 통과시켜 1차원 벡터로 변환하는 플래튼(Flatten) 레이어를 포함할 수 있다.
- [0088] 보다 구체적으로, 도 5를 참고할 때, 컨볼루션 레이어(Layer)를 통과한 input embedding으로서의 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트는 3개의 활성화 맵(Activation map)으로 구성될 수 있으며, 각각의 활성화 맵(Activation map)은 각각 (4, 40)의 차원을 가질 수 있다.
- [0089] 그리고 이러한 각각의 활성화 맵(Activation map)은 도 5에서 확인할 수 있듯이, 연결됨으로써, (12, 40)의 차원을 가진 하나의 활성화 맵(Activation map)으로 합쳐질 수 있다.
- [0090] 또한, 합쳐진 하나의 활성화 맵(Activation map)은 플래튼(Flatten) 레이어를 통해 1차원 벡터로 변환될 수 있다.
- [0091] 그리고 1차원 벡터로 변환된 하나의 활성화 맵(Activation map)은 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어의 입력 데이터로 사용될 수 있다.
- [0092] 보다 상세하게, 도 5를 참고하면, 컨볼루션 레이어(Layer)를 통과한 뒤, 생성된 3개의 활성화 맵(Activation map)은 concatenation 연산을 통해 하나로 연결될 수 있다.
- [0093] 그리고 하나로 합쳐진 활성화 맵(Activation map)은 플래튼(Flatten) 레이어를 통해 1차원 벡터로 변환될 수 있다.
- [0094] 최종적으로 컨볼루션 레이어(Layer) 및 플래튼(Flatten) 레이어를 통과하여 생성되는 벡터는 총 길이가 480으로 이뤄질 수 있다.
- [0095] 또한, 프라이머 추천 모델은 플래튼 레이어를 통과하여 하나로 연결한 상태에서 변환된 1차원 벡터에 검체 종류

를 나타내는 종(Species) 벡터를 추가할 수 있고, 종(Species) 벡터가 추가된 1차원 벡터를 통과시키는 하나 이상의 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어를 더 포함할 수 있다.

- [0096] 보다 구체적으로, 도 6을 참고할 경우, 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트가 주어질 경우, 각각의 프라이머는 독립적으로 상술한 convolution 연산을 수행할 수 있다.
- [0097] 그리고 각각의 프라이머에 대하여 convolution 연산을 통해 나온 출력 벡터는 검체의 종류를 나타내는 1차원 벡터와 결합될 수 있다.
- [0098] 또한, 결합된 벡터는 총 길이가 961일 수 있다.
- [0099] 그리고 총 길이가 961인 벡터는 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어의 입력 데이터로 사용될 수 있다.
- [0100] 또한, 총 길이가 961인 벡터는 2번의 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어를 거칠 수 있다.
- [0101] 즉, 총 길이가 961인 벡터가 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어를 처음 거칠 경우, 길이가 961인 벡터는 길이 256인 벡터로 변환될 수 있다.
- [0102] 또한, 길이 256인 벡터가 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어를 거칠 경우, 길이 256인 벡터는 길이 1인 벡터로 변환될 수 있다.
- [0103] 즉, 도 6을 참고할 경우, F 프라이머 와 R 프라이머는 각각 도 4의 컨볼루션 레이어(Layer)와 도 5의 플래튼(Flatten) 레이어를 거쳐, 길이가 480인 벡터로 변환될 수 있다.
- [0104] 그리고 각 출력 벡터에 검체의 종류를 나타내는 종(Species) 벡터를 추가할 수 있다.
- [0105] 그리고 종(Species) 벡터가 추가된 출력 벡터를 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어의 입력으로 사용할 수 있다.
- [0106] 이후, 2개의 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어를 통과하면서, 프라이머와 종(Species) 벡터의 정보가 응축되어 하나의 값을 산출될 수 있다.
- [0107] 그리고 산출된 값을 시그모이드(Sigmoid) 함수에 적용하여 출력값이 0.5를 초과하면 1로, 그렇지 않으면 0으로 판단할 수 있다. 이는 염기서열 값이 40을 초과할 것인지의 여부를 결정하는 기준으로 사용될 수 있다.
- [0108] 여기서, 시그모이드(Sigmoid) 함수에 적용하여 출력값이 0.5를 초과하면 1로, 그렇지 않으면 0으로 판단하는 것은 후술할 제4 단계에 포함될 수 있다.
- [0109] 또한, (d) 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천하는 제4 단계를 포함할 수 있다.(S233)
- [0110] 그리고 여기서, 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은, 서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함할 수 있다.
- [0111] 또한, 제4 단계에서의 최종 추천하는 하나 이상의 후보 프라이머 세트는, 하나 이상의 풀리 커넥티드 레이어의 출력값에 시그모이드(Sigmoid) 함수를 적용하여 0.5 미만인 하나 이상의 후보 프라이머 세트일 수 있다.
- [0112] 그리고 상술하였듯이 총 길이가 961인 벡터는 2번의 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어를 거친 이후 길이 1인 벡터가 된 경우, 시그모이드(Sigmoid) 함수를 적용하여 출력값이 0 내지 1 사이의 값으로 변환될 수 있다.
- [0113] 여기서, 0.5를 기준으로 설정하여 각각의 프라이머 세트에 대해 염기서열의 길이가 40을 초과하는지 여부를 예측할 수 있다.
- [0114] 도 7는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치의 개략적인 구성을 나타낸 도면이다.
- [0115] 도 7을 참고하면, 본 발명의 제3 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(1000)는 통신부(200), 전처리부(300) 및 후보 프라이머 세트 추천부(400)를 포함할 수 있다.
- [0116] 보다 구체적으로, 통신부(200)는 타겟 DNA에 대하여 설계된 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 수신할 수 있다.
- [0117] 보다 구체적으로 통신부(200)는 타겟 DNA에 대하여 설계된 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 외부 단말로부

터 수신할 수 있다.

- [0118] 그리고 전처리부(300)는 통신부(200)가 외부단말로부터 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리할 수 있다.
- [0119] 또한, 전처리부(300)는 통신부(200)가 외부단말로부터 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각이 포함하는 F 프라이머 및 R 프라이머를 0 과 1로 구성된 길이 4의 벡터로 바이너리 인코딩(Binary Encoding)할 수 있다.
- [0120] 그리고 후보 프라이머 세트 추천부(400)는 전처리부(300)가 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력할 수 있다.
- [0121] 또한, 후보 프라이머 세트 추천부(400)는 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천할 수 있다.
- [0122] 여기서, 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은, 서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함할 수 있다.
- [0123] 보다 구체적으로 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각이 포함하는 F 프라이머 및 R 프라이머는, A, T, G 및 C 중 어느 하나 이상으로 구성된 염기 서열의 최대 길이가 40일 수 있다.
- [0124] 또한, 후보 프라이머 세트 추천부의 프라이머 추천 모델은, CNN(Convolution Neural Network) 모델일 수 있다.
- [0125] 또한, 프라이머 추천 모델은 복수 개의 커널(Kernel)을 컨볼루션 레이어(Layer)로 포함할 수 있다.
- [0126] 그리고 복수 개의 커널 각각은, (4, 3), (4, 5) 및 (4, 7) 중 어느 하나의 차원을 가질 수 있다.
- [0127] 또한, 프라이머 추천 모델은, 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각이 포함하는 F 프라이머 및 R 프라이머가 복수 개의 커널을 통과하여 생성한 복수 개의 활성화 맵(Activation map)을 Concat 연산을 통해 하나로 연결한 상태에서 통과시켜 1차원 벡터로 변환하는 플래튼(Flatten) 레이어를 포함할 수 있다.
- [0128] 그리고 프라이머 추천 모델은 플래튼 레이어를 통과하여 하나로 연결한 상태에서 변환된 1차원 벡터에 검체 종류를 나타내는 종(Species) 벡터를 추가하고 통과시키는 하나 이상의 풀리 커넥티드(Fully Connected) 레이어를 포함할 수 있다.
- [0129] 또한, 후보 프라이머 세트 추천부(400)가 최종적으로 추천할 수 있는 하나 이상의 후보 프라이머 세트는 하나 이상의 풀리 커넥티드 레이어의 출력값에 시그모이드(Sigmoid) 함수를 적용하여 0.5 미만인 하나 이상의 후보 프라이머 세트일 수 있다.
- [0130] 마지막으로, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(100), 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법 및 본 발명의 제3 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(1000)는 본 발명의 제4 실시 예에 따른 컴퓨터로 판독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현할 수도 있는바, 이 경우 컴퓨팅 장치와 결합하여, (AA) 상기 타겟 DNA에 대하여 상기 장치 이외의 공지된 장치에서 설계한 복수 개의 후보 프라이머 세트(Set)를 수신하는 제1 단계, (BB) 상기 수신한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 전처리하는 제2 단계, (CC) 상기 전처리한 복수 개의 후보 프라이머 세트를 프라이머 추천 모델에 입력하는 제3 단계 및 (DD) 상기 프라이머 추천 모델의 출력값을 통해 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 중, 하나 이상의 후보 프라이머 세트를 최종적으로 추천하는 제4 단계를 포함하며, 상기 복수 개의 후보 프라이머 세트 각각은, 서로 상보적인 관계를 갖는 F 프라이머 및 R 프라이머를 포함하는, 컴퓨터로 판독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 실행할 수 있을 것이며, 중복 서술을 위해 자세히 기재하지는 않았지만 본 발명의 제1 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(100), 본 발명의 제2 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 방법 및 본 발명의 제3 실시 예에 따른 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치(1000)에 적용된 모든 기술적 특징은 본 발명의 제4 실시 예에 따른 컴퓨터로 판독 가능한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램에 모두 동일하게 적용될 수 있음은 물론이라 할 것이다.
- [0131] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

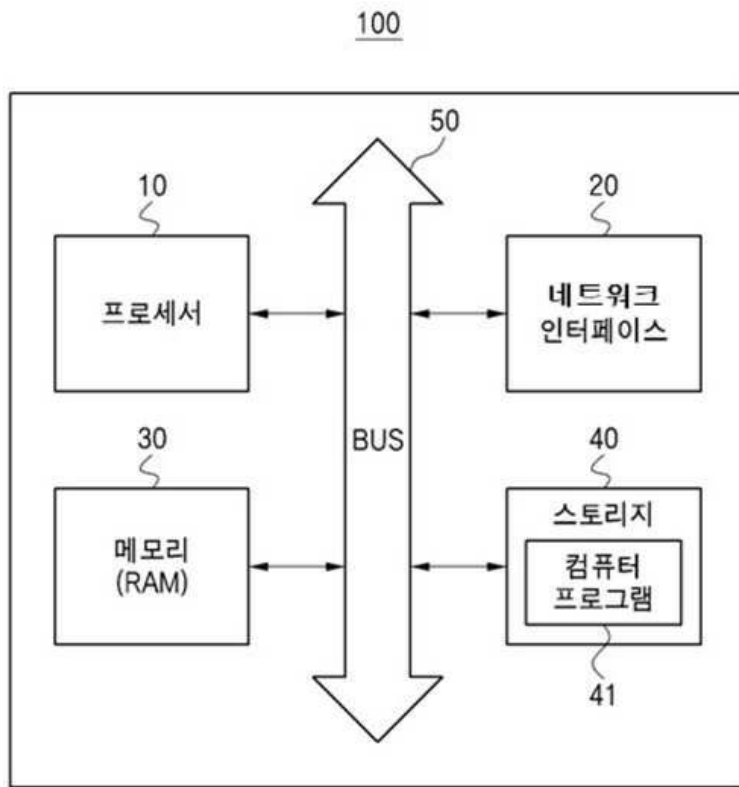
## 부호의 설명

[0132]

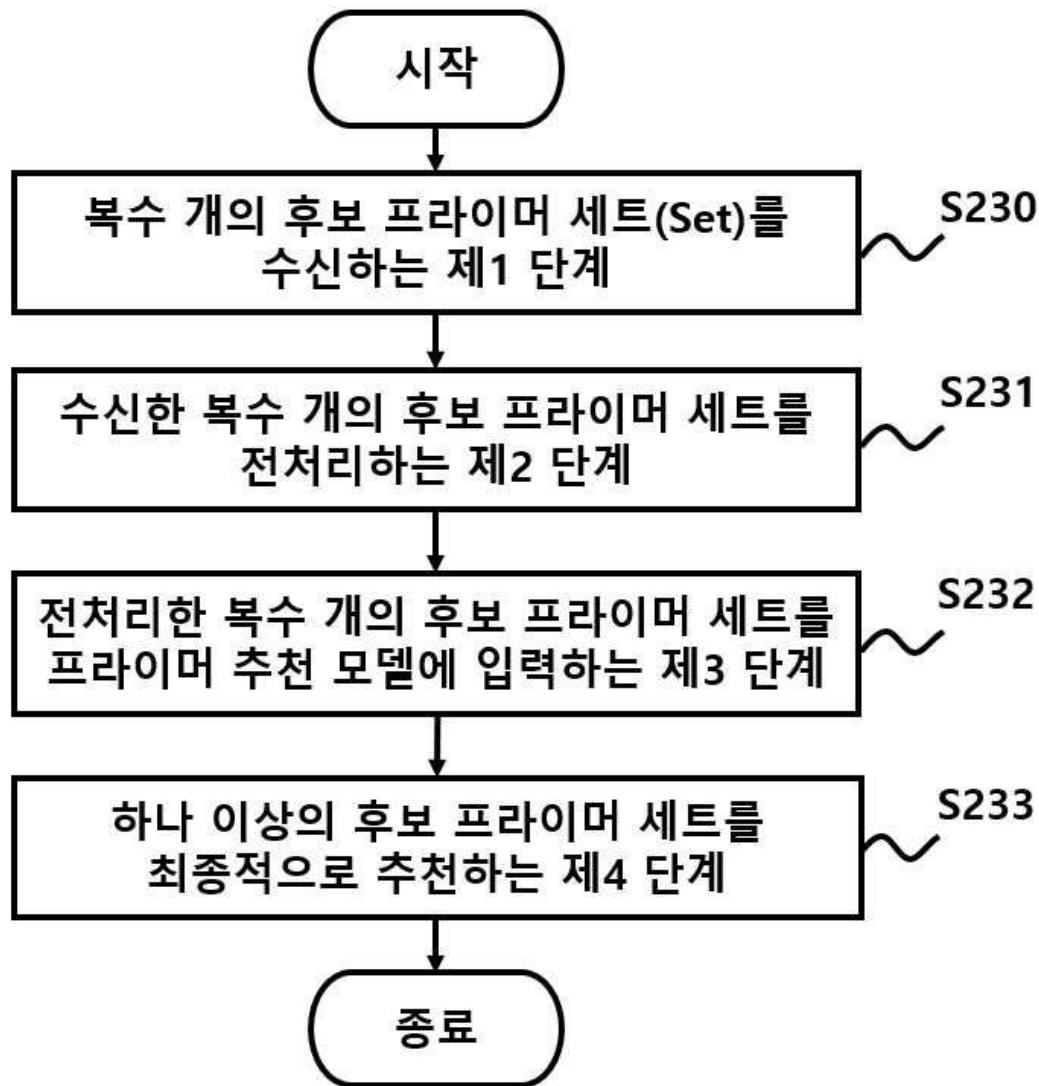
- 10: 프로세서
- 20: 네트워크 인터페이스
- 30: 메모리
- 40: 스토리지
- 41: 컴퓨터 프로그램
- 50: 정보 버스
- 100, 1000: 최적의 프라이머 세트를 추천하는 장치
- 200: 통신부
- 300: 전처리부
- 400: 후보 프라이머 세트 추천부

도면

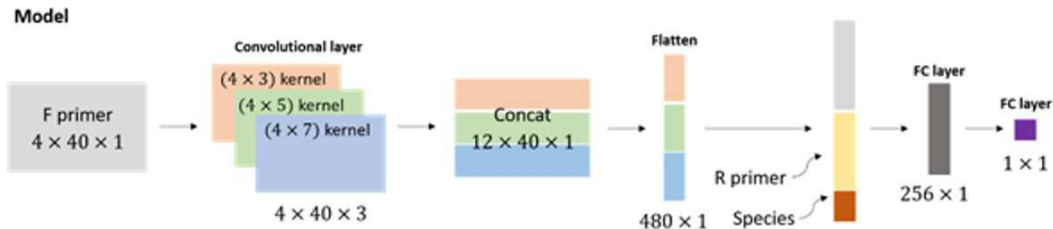
도면1



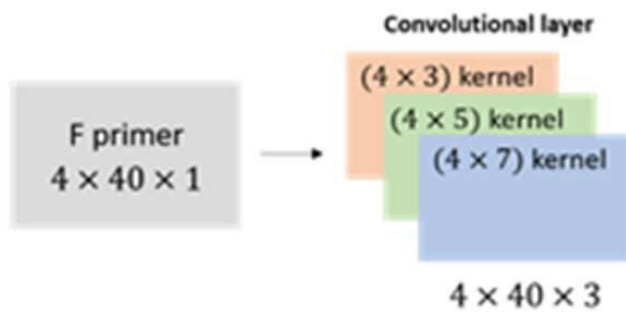
도면2



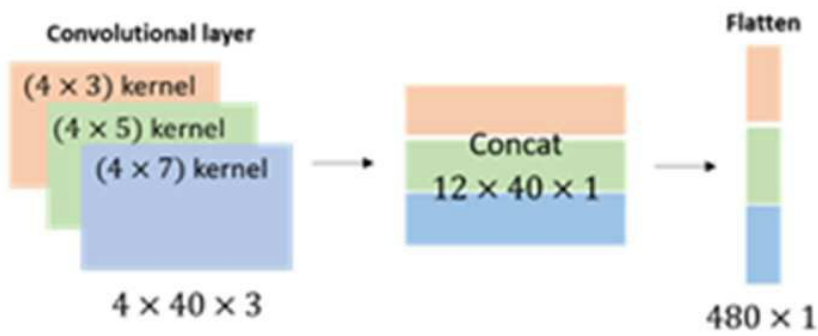
도면3



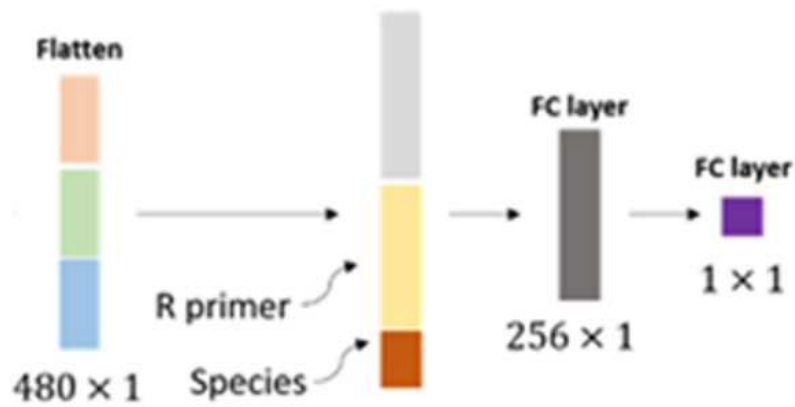
도면4



도면5



도면6



도면7

1000

