

볼린저 밴드를 활용한 혈당 분석 가능성

TIR(Time In Range)

설명

연속혈당측정데이터를 기반으로 특정 혈당 범위 내에 머무른 시간을 백분율로 나타낸 것입니다.

- TIR은 혈당이 목표 범위(일반적으로 70~180 mg/dL) 내에 머무른 시간을 백분율로 계산합니다.
 - 예시) CGM 데이터에서 하루 24시간 중 18시간 동안 혈당이 70~180 mg/dL 범위 내에 있었다면 TIR은 **75%**입니다.
- TBR(Time Below Range) : 저혈당 상태(70 mg/dL 미만)에 머문 시간
- TAR(Time Above Range) : 고혈당 상태(180 mg/dL 초과)에 머문 시간
- GMI(Glucose Management Indicator) : TIR 데이터를 기반으로 예측 된 HbA1c 수치를 나타냄.

TIR 중요성

혈당 관리 상태를 더 세밀하게 평가

- 평균 혈당(Average Blood Glucose) 또는 HbA1c와는 다르게, TIR은 시간별 혈당 변동성을 반영함.
- 예를 들어, HbA1c는 평균치를 나타내지만, TIR은 저혈당 또는 고혈당 상태를 명확하게 구분해 낼 수 있음.

볼린저밴드

금융 시장에서 가격 변동성과 추세를 분석하는 데 사용됩니다.

주어진 기간 동안의 이동평균과 그 주변의 표준편차를 기반으로 계산합니다. 데이터의 변동성을 시각화 하고, 특정 패턴인 스파이크 등을 탐지하는데 유용합니다. 따라서 이를 혈당 데이터에 한번 연결지어보고자 함.

볼린저 밴드의 구성 요소

1. 중심선 (Middle Band)
 - a. 단순 이동평균(simple moving average, SMA)
 - b. 일정 기간 동안의 평균값
2. 상한선 (Upper Band)
 - a. 중심선 + (n x 표준 편차)
 - b. 데이터가 상한선을 초과하면 과매수(overbought) 상태로 볼 수 있음
3. 하한선 (Lower Band)
 - a. 중심선 - (n x 표준편차)
 - b. 데이터가 하한선 아래로 떨어지면 과매도(oversold) 상태로 볼 수 있음
4. 표준편차 (Standard Deviation)
 - a. 데이터의 분포의 변동성을 나타내는 척도
 - b. 변동성이 클수록 상한선과 하한선의 간격이 넓어짐.

볼린저 밴드 활용 가능성

연속혈당 데이터에 볼린저 밴드를 적용하면 다음과 같은 분석이 가능할 것으로 예상됩니다:

- 혈당 스파이크 탐지
 - 상한선을 초과하는 구간을 혈당 스파이크로 식별 가능
 - 식후 혈당 반응의 패턴 분석에 활용
- 저혈당 구간 식별
 - 하한선 아래로 떨어지는 구간을 저혈당 위험 구간으로 파악
 - 야간 저혈당 예측에 활용 가능
- TIR(Time in Range) 분석
 - 중심선을 목표 혈당 범위의 중앙값으로 설정
 - 상한선과 하한선 사이의 구간을 목표 혈당 범위로 정의
 - 밴드 내에 머무는 시간을 TIR로 계산 가능

이러한 분석을 통해 다음과 같은 인사이트를 얻을 수 있습니다:

- 혈당 변동성 패턴 파악
 - 일중 변동성이 높은 시간대 식별
 - 식사, 운동 등 생활 패턴과의 연관성 분석
- 개인화된 혈당 관리 전략 수립
 - 개인별 적정 혈당 범위 설정
 - 생활습관 개선 포인트 도출

이를 통해 혈당 관리의 정확성과 예측 가능성을 높일 수 있을 것으로 기대됩니다.

볼린저 밴드를 Meal zone에 적용하는 방법

1. meal_zone의 시작과 종료 시간에 해당하는 CGM 데이터를 필터링하여 이동평균(SMA)과 표준편차 계산
2. 볼린저 밴드 계산
 - 이동평균 : meal zone 내 혈당 값의 평균
 - 상한선과 하한선: $\text{평균} \pm 20 \times \text{표준편차}$
3. 시각화
 - meal zone 내 cgm 데이터를 라인그래프로 표기
 - 상한선, 하한선을 그래프에 추가하여 시각화
4. 스파이크 분석
 - 혈당 값이 상한선을 초과한 경우 스파이크로 표시
 - meal zone 별로 스파이크 빈도 집계

meal zone에 대한 인사이트

- 볼린저 밴드를 통해 meal zone 내 혈당 변동성을 시각화 할 수 있음
- 특정 meal zone에서 상한선을 초과하는 빈도가 많다면:
 - 혈당 스파이크를 유발한 식사로 식별 가능
 - 식사 내용을 분석하여 개선 방안을 모색

- 반대로, 혈당 값이 상한선과 하한선 사이에서 안정적이라면 :
 - 해당 식사가 혈당 변동성에 적게 영향을 미쳤음을 의미.

데이터 축적 후 기대 효과

1. 식단 개선

- 스파이크를 자주 유발하는 식사 항목 제거
- 안정적인 혈당 패턴을 만드는 식단 추천

2. 개인 맞춤 혈당 관리

- 특정 사용자의 meal zone 데이터에 기반한 혈당 반응 패턴을 분석하여 사용자별 최적의 혈당 안정화를 위한 식사 계획 제공

3. 모델 학습

- 볼린저 밴드 데이터와 스파이크 빈도를 머니러닝 모델에 적용
- 혈당 예측 및 스파이크 발생 확률 계산

볼린저밴드는 이동 평균선을 중심으로 상단과 하단에 표준 편차를 적용해 변동성 범위를 나타내는 밴드를 형성하기에 시각화하여 특정 패턴이나 이상치를 감지하는데 유용할 것으로 보임.

혈당 데이터에 볼린저 밴드를 적용할 경우 혈당 수치의 변동성을 시각화하고 식사 후 혈당 스파이크와 같은 이상 패턴을 감지하는데 도움이 될 수 있음. 혈당 수치가 볼린저 밴드의 상단 선을 초과하면 혈당 스파이크가 발생했을 수 나타낼 수 있으며 식사나 활동과의 연관성을 분석하는데 활용 될 수 있음.

TIR과 볼린저 밴드의 조합 가능성.

유사점

1. TIR은 혈당이 특정 목표 범위를 벗어나는 시간을 계산하며 고혈당에 관심.
2. 볼린저 밴드는 특정 구간(상한선/하한선)을 넘어가는 변동성을 스파이크로 정의

차이점

| 측면 | TIR | 볼린저 밴드 |
|----|-----|--------|
|----|-----|--------|

| | | |
|---------|--------------------------------------|---|
| 범위의 기준 | 미리 설정된 고정된 목표 범위 (예: 70~180 mg/dL) | 데이터의 평균과 표준편차 를 기반으로 동적으로 계산된 상/하한선. |
| 적용 방식 | 모든 혈당 데이터가 목표 범위에 속했는지 확인 (시간 기반 비율) | 데이터의 변동성(스파이크) 정도를 상한선 및 하한선으로 판단. |
| 상한선/하한선 | 고정된 값 (예: 180 mg/dL 이상은 TAR) | 평균에서 일정 표준편차 ($\pm 2\sigma$)만큼 떨어진 상한선/하한선이 변동. |
| 변동성의 초점 | 목표 범위를 벗어난 시간(초과/미달) 자체에 초점 | 변동성 자체와 변동폭의 크기에 초점. |
| 스파이크 정의 | 목표 범위 위(TAR)에 해당되는 혈당 | 상한선을 초과하는 특정 지점의 혈당. |
| 실시간 대응 | 목표 범위를 벗어난 구간의 시간 비율로 후속 조치를 권장 | 특정 시점에서의 스파이크를 감지해 즉각적인 조치를 취할 수 있음. |

스파이크의 크기와 지속시간 분석

- 볼린저 밴드는 상한선을 초과하는 스파이크의 TIR 목표 범위를 초과 할 경우 스파이크 크기(최대값 - 평균값)와 스파이크 지속시간을 분석 할 수 있음
- 즉, TIR에서는 단순히 타겟범위를 벗어난 시간만 측정하지만, 볼린저 밴드는 얼마나 극단적으로 벗어났는지 시각화 할 수 있음. 심한 당뇨 환자의 경우 타겟범위를 정하는것이 애매할 수 있기에, 단순히 수치상으로 보는 볼린저 밴드를 보여주는것도 새로운 인사이트를 제공 할 수 있을 것으로 보임.
-

동적 범위와 고정 범위 비교

- 볼린저 밴드는 평균값과 표준편차를 기반으로 하여 데이터의 변동성이 클 때 상한선이 유동적으로 올라가거나 내려갈 수 있습니다.
- 반면 TIR은 고정된 범위를 사용하므로, 두 결과를 비교하면 **동적 변동성과 목표 범위의 격차**를 동시에 이해할 수 있습니다.

스파이크와 TIR 목표 범위의 상관관계 파악:

- 볼린저 밴드 상한선을 초과한 구간이 TIR의 TAR(고혈당 구간)과 어느 정도 일치하는지 파악하면, **스파이크가 TIR 범위를 벗어난 주요 원인인지** 분석할 수 있습니다.
- 예를 들어, 스파이크가 잦은 사용자는 TIR이 낮을 가능성이 높습니다.

Meal Zone과의 연계 분석

- 볼린저 밴드를 meal zone(식사 후 4시간)과 연계하여 스파이크가 식사 이후 발생하는 패턴을 분석할 수 있습니다.

- 특정 식사 유형이나 시간대가 스파이크를 유발하는지, 혹은 목표 범위를 초과하는지 이해할 수 있습니다.