

Sistem za upravljanje glukozom u krvi kod osoba sa dijabetesom tip 1

1. Spisak članova tima

- Balša Bulatović

2. Motivacija

Dijabetes tip 1 zahteva kontinuirano praćenje glukoze i brze, kontekstualne odluke (korektivna doza brzog insulina, dodatni unos hrane, prilagođavanje aktivnosti). Komercijalna rešenja su često zatvorena i teško prilagodljiva. **Rule-based** pristup (Drools) obezbeđuje **transparentna, izmenjiva pravila** i preciznu personalizaciju (doba dana, intenzitet aktivnosti, senzitivnost na insulin, nutritivni profil hrane).

3. Opis problema

Sistem u intervalima od X minuta prima merenja CGM-a, beleži obroke i doze insulina, te predlaže **konkretne akcije**: tačne namirnice/porcije ili korektivne doze, uz uvažavanje **ugljenih hidrata (UH)**, **masti i glikemijskog indeksa (GI)**. Potrebno je rešiti:

- pravovremeno otkrivanje rizika (hipo/hiper, trendovi),
- preporuku tačne hrane (iz SQL baze),
- izbegavanje "stack-ovanja" insulina (**IOB**),
- lako prilagođavanje logike pravilima i template-ima (bez rekompajliranja).

4. Metodologija rada

4.1 Ulazi u sistem

- GlucoseMeasurement**: value (mmol/L) , timestamp
- Food**: name, carbs_g, fat_g, glycemicIndex, portionSize_g
- InsulinShotEvent**: units, timestamp
- ActivationEvent (umesto ActivityEvent)**: type, intensity (LOW/MED/HIGH/NONE) , startTime, duration_min
- UserProfile**: carbRatio (g/U) , correctionFactor (mmol/L po U) , targetRange (min,max) , insulinActionHours, **time-of-day factors**
- SystemState (derivisano)**: iob (U)

4.2 Izlazi iz sistema

- Predlozi akcija**:
 - Korektivna doza (npr. "uzeti 1.5 U insulina", izračunato iz pravila/servisa).
 - Lista predloženih namirnica iz SQL baze** (ne tekstualni gram-iznosi): npr. "jabuka 180 g", "ovsene 40 g + jogurt 100 ml", "pirinčani keks 2×10 g".

4.3 Baza znanja

4.3.0 Računanje IOB (iz InsulinShotEvent)

IOB(t) = suma preostalih jedinica brzog insulina u trenutku *t* od svih prethodnih `InsulinShotEvent` . Jednostavan eksponencijalni model:

- Za ubrizgavanje u u vreme *ts*: $remaining(t) = u * exp(-k * \Delta h)$,gde je $\Delta h = (t - ts)$ u satima, $k \approx 3 / insulinActionHours$.
- IOB(t) = Σ remaining_i(t)** za sve `InsulinShotEvent` sa *ts* ≤ *t* .

4.3.1 Pravila

A) Hipoglikemija → traži brze šećere iz baze (bez tekstualne poruke):

```
when
    GlucoseMeasurement( value < 3.9 )
then
    // ciljaj 15–18 g brzih UH, minimalne masti, HIGH/FAST GI
    insertLogical( new FoodConstraint(15, 18, 5, "HIGH") );
```

B) Hiperglikemija bez nedavne korekcije (sprečavanje stack-a):

```
when
    GlucoseMeasurement( $g : value > 10 ) &&
    not InsulinShotEvent( this after[0m,2h] $g )
then
    insert( new CorrectionNeeded() );
```

C) Postprandijalna modulacija (sporiji porast → low GI, umerene masti):

```
when
    GlucoseMeasurement( value >= 4.0, value < 6.0 ) &&
    ( ActivationEvent( intensity == LOW ) || ActivationEvent( intensity == NONE ) )
then
    insertLogical( new FoodConstraint(20, 35, 12, "LOW") );
```

D) Blizu donje granice + predstoji zahtevnija aktivnost:

```
when
    GlucoseMeasurement( value >= 4.0, value < 4.8 ) &&
    ActivationEvent( intensity in (MED, HIGH), startTime after now, duration_min >= 30 )
then
    insertLogical( new FoodConstraint(25, 40, 10, "MED") );
```

E) Visoka glukoza + trend ↑ (zabrana profila hrane):

```
when
    Trend( direction == UP, strength >= 2 ) &&
    GlucoseMeasurement( value >= 9.0 )
then
    insertLogical( new AvoidProfile( giClass="HIGH", fatMin=15 ) );
```

4.3.2 Forward chaining (3+ nivoa)

Scenario: kasni porast zbog masti

1. **Detekcija trenda**

```
when
    GlucoseMeasurement( $g1: value )
    and GlucoseMeasurement( this after[10m] $g1, value > $g1 + 1.5 )
    and GlucoseMeasurement( this after[10m] value > $g1 + 3.0 )
then
    insert( new Trend(UP, strength:2) );
```

2. **Uslov za korekciju (IOB nizak, nema skoro date doze)**

```
when
    Trend( direction == UP, strength >= 2 ) &&
    GlucoseMeasurement( value > 10 ) &&
    eval( iob() < 1.0 ) &&
    not InsulinShotEvent( this after[0m,2h] )
then
    insert( new CorrectionNeeded() );
```

3. **Akcije nad hranom i/ili insulinom**

```
when
    CorrectionNeeded()
then
    // dalje obrađuje servis: predlog doze + eventualno FoodConstraint za low GI/masti
    insertLogical( new FoodConstraint(10, 20, 8, "LOW") );
```

4.3.3 Accumulate (dinamičko prilagođavanje pravila)

Pored trenutnog merenja glukoze, sistem mora da uvaži i **nedavni istorijat ishrane**. Zato se koristi `accumulate` kako bi se na osnovu unosa hrane u prethodnom periodu izračunali agregirani indikatori:

```
accumulate(
    Food( $gi: glycemicIndex, $f: fat_g, $c: carbs_g ) over window:time(4h),
    $avgGi : average($gi),
    $avgFat : average($f),
    $sumCarb : sum($c),
    $maxCarb : max($c)
)
```

- Ako je `$sumCarb` u poslednja **4 sata > 150 g**, sistem pooštrava korektivni faktor (manje toleriše dodatne ugljene hidrate).

- Ako je `$avgGi > 65` i `$avgFat > 20` ,preporučene namirnice moraju imati **niži GI i manje masti**.

- Ako je `$maxCarb` (jedan obrok) > 80 g, sistem detektuje "težak obrok" i aktivira dodatno praćenje za kasni porast glukoze (spajanje sa CEP).

4.3.4 CEP (Complex Event Processing)

A) Brzi pad (rizik hipo) – detekcija i reakcija:

```
when
    $a : GlucoseMeasurement( $v1: value )
    and $b : GlucoseMeasurement( this after[5m] $a, value < $v1 - 1.5 )
    and not InsulinShotEvent( this before[0m] $b )
then
    insert( new RapidDropEvent(delta: ($v1 - value($b))) );
end
```

```
when
    RapidDropEvent( delta >= 1.5 ) &&
    GlucoseMeasurement( value < 4.5 )
then
    insertLogical( new FoodConstraint(15, 20, 5, "HIGH") ); // brzi UH iz baze
```

B) “Fat-induced late spike” (kasni porast zbog masti):

```
when
    MealEvent( totalFat_g >= 25 ) over window:time(3h)
    and GlucoseMeasurement( value >= 6.0, value <= 8.0 )
    and not Trend( direction == UP, strength >= 2 )
then
    insert( new HighFatWatch( durationMin:180 ) );
end
```

```
when
    HighFatWatch()
    and GlucoseMeasurement( $g1: value )
    and GlucoseMeasurement( this after[30m] $g1, value >= $g1 + 2.0 )
then
    insertLogical( new FoodConstraint(10, 20, 8, "LOW") ); // mini-užina sa low GI/mastima
```