

Лабораторна робота №3

Тема: синтез діагностичних правил на основі детерміністської логіки.

Мета: вивчення методу синтезу діагностичних правил, заснованого на детерміністській логіці та на відстані Гемінга (Hamming distance).

Виконав: студент групи КН-М922В, Безпалий Марко Леонідович

Варіант: 1

Завдання:

1. Використовувати ТЕД лабораторної роботи 1 в якості початкових даних
2. Провести дихотомію початкових ознак
3. Розрахувати необхідні ймовірності та заповнити медичну пам'ять системи: обчислити масив значень N1
 - обчислити масив значень N2
 - обчислити масив значень N3
 - обчислити ймовірності захворювань
 - обчислити умовні ймовірності появи ознак за діагнозом
 - обчислити апіорні ймовірності наявності ознак
4. Зберегти медичну пам'ять системи в файл
5. Виконати діагностику для 4 пацієнтів:
 - обчислити масив відстаней Гемінга
 - у разі постанови діагнозу, порівняти його з діагнозом, що йде в початкових даних
 - якщо після першого етапу не було встановлено діагноз, виконати другий етап

Хід роботи:

Моделі та початкові данні

Для реалізації даної роботи було створено наступні моделі:

Individual

Модель Individual показує сутність пацієнта, але це може бути не тільки людина, але й тварина наприклад. Модель містить номер (number), дихотомічні ознаки (indicationsDichotomy), кількісні ознаки (indicationsValues), діагноз (diagnosis) та норми ознак (indicationsNorms).

```

public class Individual {

    int number;
    Map<Indication, Boolean> indicationsDichotomy = new
EnumMap<>(Indication.class);
    Map<Indication, Double> indicationsValues = new
EnumMap<>(Indication.class);
    Diagnosis diagnosis;
    Norms<Indication> indicationsNorms;
}

```

При додаванні кількісної ознаки, ми одразу перевіряємо її норму та додаємо її дихотомічний еквівалент:

```

public void addIndication(Indication indication, Double
indicationValue) {
    boolean notInNormRange = !indicationsNorms.test(indication,
indicationValue.floatValue());

    indicationsDichotomy.put(indication, notInNormRange);
    indicationsValues.put(indication, indicationValue);
}

```

Norms and IndicationNorms

Норми, що використовуються в моделі `Individual` це реалізації інтерфейсу `Norms`, який використовується, щоб протестувати, чи входить кількісна ознака в межі норми чи ні:

```

public interface Norms<T> {
    boolean test(T type, float value);
}

```

В нашій роботі було створено реалізацію `IndicationNorms`, що зберігає в собі межі норм для цієї роботи:

Indication	Norm range
Leukocytes	.. $<$ - 5
Lymphocytes	1.5 - 2.5
T-Lymphocytes	1 - 2
T-Helpers	0.6 - 0.8
RE-T-Suppressors	0.3 - 0.5
Sens. Theophylline	0.1 - 0.2
Res. Theophylline	0.8 - >..
B-Lymphocytes	0.15 - 0.3

```
Map<Indication, Range> indicationRangeMap = Map.of(
    Indication.LEUKOCYTES_NUMBER, new Range(Integer.MIN_VALUE, 5),
    Indication.LYMPHOCYTES_NUMBER, new Range(1.5f, 2.5f),
    Indication.T_LYMPHOCYTES, new Range(1, 2),
    Indication.T_HELPERS, new Range(0.6f, 0.8f),
    Indication.REMANUFACTURED_T_SUPPRESSORS, new Range(0.3f, 0.5f),
    Indication.SENS_THEOPHYLLINE, new Range(0.1f, 0.2f),
    Indication.RES_THEOPHYLLINE, new Range(0.8f, Integer.MAX_VALUE),
    Indication.B_LYMPHOCYTES, new Range(0.15f, 0.3f)
);
```

Diagnosis

Модель для діагнозу містить лише одне поле - номер діагнозу:

```
Diagnosis {
    int number;
}
```

Stats

Ця модель створена для того, щоб зберігати статистичні данні, такі як кількість пацієнтів із кожним з діагнозів, ймовірності появи ознак для діагнозу та загалом і т.д.

```
Stats {
    Map<Diagnosis, List<Individual>> individualsByDiagnosis;
    Map<Diagnosis, Map<Indication, List<Individual>>>
    individualsIndications;
    Map<Indication, List<Individual>> generalIndividualsIndications;
    Map<Diagnosis, Double> diagnosisProbabilities;
    Map<Indication, Double> generalIndicationsProbabilities;
}
```

Обчислення медичної пам'яті системи

		x_1	x_2	...	x_j	...	x_m
$P(B_1)$	B_1	$P(s_1/B_1)$	$P(s_2/B_1)$	...	...	...	$P(s_m/B_1)$
$P(B_2)$	B_2	$P(s_1/B_2)$	$P(s_2/B_2)$	...	...	...	$P(s_m/B_2)$
...
$P(B_l)$	B_l	$P(s_1/B_l)$	$P(s_2/B_l)$	...	$P(s_j/B_l)$	...	$P(s_m/B_l)$
...
$P(B_k)$	B_k	$P(s_1/B_k)$	$P(s_2/B_k)$	...	...	...	$P(s_m/B_k)$
		$P(s_1)$	$P(s_2)$	...	$P(s_j)$	...	$P(s_m)$

Рисунок 1 – модель медичної пам'яті

Зміст медичної пам'яті – це система чисел, що пов'язує ознаки із захворюваннями. Кожен ряд – це певне захворювання B , а кожен стовпець відповідає тій чи іншій ознаці x . При перетині рядів і стовпців стоять $P(s/B)$ – умовні ймовірності наявності j -ї дихотомічної ознаки при i -м захворюванні. Найлівіший стовпець таблиці містить апріорні ймовірності захворювань $P(B)$, а нижній рядок – апріорні ймовірності наявності дихотомічних ознак $P(s)$.

N1

Розбиття пацієнтів на групи за однаковим діагнозом:

```
Map<Diagnosis, List<Individual>> individualsByDiagnosis =  
individuals.stream()  
    .collect(Collectors.groupingBy(Individual::getDiagnosis));
```

N2 - DiagnosesStatistics.individualsIndications

Розширення масиву N1, де для кожного діагнозу окремо розглядається кожна ознака та пацієнти, що мають цю ознаку. У нас є 8 ознак, а отже кожен діагноз буде містити по 8 ознак із пацієнтами, що мають цю ознаку та цей діагноз.

```
public static Map<Diagnosis, Map<Indication, List<Individual>>>  
individualsIndications(Map<Diagnosis, List<Individual>>  
individualsByDiagnosis,  
  
Map<Indication, List<Individual>> individualsWithIndications) {  
    Map<Diagnosis, Map<Indication, List<Individual>>> result = new  
HashMap<>();  
    individualsByDiagnosis.keySet().forEach(diagnosis ->  
result.put(diagnosis, new EnumMap<>(Indication.class)));  
  
    individualsByDiagnosis.forEach((diagnosis,  
individualsWithDiagnosis) ->  
        Arrays.stream(Indication.values()).forEach(indication -> {  
            List<Individual> individualsWithIndication =  
individualsWithIndications.get(indication);  
            Collection<Individual> intersection =  
CollectionUtils.intersection(individualsWithDiagnosis,  
individualsWithIndication);  
            result.get(diagnosis).put(indication, new  
ArrayList<>(intersection));  
        })  
    );  
  
    return result;  
}
```

N3 - IndicationStatistics.individualsWithIndications

Від N2 відрізняється тим, що в нас не буде розбиття за діагнозом, а будуть братися всі пацієнти та перевірятися на кожну ознаку.

```
public static Map<Indication, List<Individual>>
individualsWithIndications(List<Individual> individuals) {
    Map<Indication, List<Individual>> result = new
EnumMap<>(Indication.class);

    Arrays.stream(Indication.values())
        .forEach(indication -> {
            List<Individual> individualsWithPositiveDichotomy =
individuals.stream()
                .filter(individual ->
individual.isPositiveDichotomy(indication))
                .collect(Collectors.toList());

            result.put(indication,
individualsWithPositiveDichotomy);
        });

    return result;
}
```

Апріорні ймовірності захворювань - DiagnosesStatistics.priorProbabilities P(B)

```
public static Map<Diagnosis, Double> priorProbabilities(Map<Diagnosis,
List<Individual>> individualsByDiagnosis) {
    Map<Diagnosis, Double> result = new
HashMap<>(individualsByDiagnosis.size());

    int size = individualsByDiagnosis.values().stream()
        .map(Collection::size)
        .mapToInt(Integer::intValue)
        .sum();

    individualsByDiagnosis.forEach((diagnosis, individuals) -> {
        double probability = (double) individuals.size() / size;
        result.put(diagnosis, probability);
    });

    return result;
}
```

Умовні ймовірності появи ознак у пацієнтів із діагнозом B - P(s/B)

Це серце нашої медичної пам'яті, завдяки чому ми зможемо знаходити вірогідності прояву того, чи іншого діагнозу:

```
public static Map<Diagnosis, Map<Indication, Double>>
computeMedicalMemoryTable(Stats stats) {
```

```

        Map<Diagnosis, List<Individual>> individualsByDiagnosis =
stats.getIndividualsByDiagnosis();

        // Probabilities for Indications in each Diagnosis or Medical
Memory Table
        Map<Diagnosis, Map<Indication, Double>> medicalMemoryTable = new
HashMap<>();
        individualsByDiagnosis.keySet().forEach(diagnosis ->
medicalMemoryTable.put(diagnosis, new EnumMap<>(Indication.class)));

        for (Map.Entry<Diagnosis, List<Individual>> entry :
individualsByDiagnosis.entrySet()) {

            Diagnosis diagnosis = entry.getKey();
            List<Individual> individualsWithDiagnosis = entry.getValue();

            Arrays.stream(Indication.values()).forEach(indication -> {
                List<Individual> individualsWithPositiveDichotomies =
individualsWithDiagnosis.stream()
                    .filter(individual ->
individual.isPositiveDichotomy(indication))
                    .collect(Collectors.toList());

                // Filling indication probabilities by diagnosis
                double probability =
individualsWithPositiveDichotomies.isEmpty()
                    ? 0
                    : (double)
individualsWithPositiveDichotomies.size() /
individualsWithDiagnosis.size();

                medicalMemoryTable.get(diagnosis).put(indication,
probability);
            });
        }

        return medicalMemoryTable;
    }
}

```

Апріорні ймовірності наявності j-ї ознаки - $P(S)$

Тобто вираховуємо те, як часто зустрічається ознака в кожного пацієнта, не зважаючи на діагнози:

```

public static Map<Indication, Double>
generalProbabilities(List<Individual> individuals) {
    return Arrays.stream(Indication.values())
        .collect(Collectors.toMap(Function.identity(), indication
-> {
            List<Individual> individualsWithPositiveDichotomy =
individuals.stream()
                .filter(individual ->
individual.isPositiveDichotomy(indication))

```

```

        .collect(Collectors.toList());

        return individualsWithPositiveDichotomy.isEmpty()
            ? 0
            : (double)
individualsWithPositiveDichotomy.size() / individuals.size();
    });
}

```

Діагностика - **DiagnosisQualifier**

Для того, щоб провести діагностику для пацієнта нам потрібно пройти до трьох етапів:

1. обчислити відстань Гемінга
2. спробувати точно визначити діагноз, знайшовши відповідні синдроми
3. якщо на попередньому етапі не було встановлено діагноз, то відкинути всі діагнози, що точно не підходять

Відстань Гемінга

Розраховується за наступною формулою для кожного діагнозу:

$$d^{(H)}(Dmx, B_i) = \sum_{j=1}^m |x_j - P(s_j / B_i)|.$$

Рисунок 2 – формула відстані Гемінга

Але ми не будемо спішити знаходити суму, адже якщо ми не зможемо точно визначити діагноз за синдромом, нам знадобиться кожне значення окремо на етапі 3.

```

public static Map<Diagnosis, List<Float>>
computeHammingTable(Individual individual, Map<Diagnosis,
Map<Indication, Double>> medicalMemory) {
    Map<Diagnosis, List<Float>> hammingTable = new
HashMap<>(medicalMemory.size());

    medicalMemory.forEach((diagnosis, indicationProbabilities) -> {
        hammingTable.put(diagnosis, new ArrayList<>());

        for (Map.Entry<Indication, Double> entry :
indicationProbabilities.entrySet()) {
            Indication indication = entry.getKey();
            Double probability = entry.getValue();

            int x = individual.isPositiveDichotomy(indication) ? 1 :
0;

```

```

        hammingTable.get(diagnosis).add((float) Math.abs(x -
probability));
    }
});

return hammingTable;
}

```

Визначення діагнозу за кодом синдрому

Якщо відстань Гемінга для якогось з діагнозів дорівнює 0 це означає, що ми знайшли точний результат для цього пацієнта. Тому тут беремо значення із формули вище, знаходимо їх суму для кожного діагнозу та порівнюємо з 0:

```

public static Optional<Diagnosis> determineDiagnosis(Map<Diagnosis,
List<Float>> hammingTable) {
    Map<Diagnosis, Double> gamingFinal =
hammingTable.entrySet().stream()
        .collect(Collectors.toMap(Map.Entry::getKey, entry ->
entry.getValue().stream()
            .mapToDouble(Float::doubleValue)
            .sum())));

    return gamingFinal.entrySet().stream()
        .filter(entry -> entry.getValue() == 0)
        .map(Map.Entry::getKey)
        .findFirst();
}

```

Відкидання невідповідних діагнозів

Якщо ми не змогли визначити діагноз на попередньому кроці, тоді ми беремо значення з формули для знаходження відстані Гемінга та перевіряємо чи є значення, що дорівнюють 1.

$$|x_j - P(s_j / B_i)| = 1$$

Рисунок 3

Якщо для поточного діагнозу присутня хоча б одна така ознака, ми відкидаємо цей діагноз. Таким чином залишаються тільки найбільш імовірні діагнози.

```

public static List<Diagnosis> findPossibleDiagnoses(Map<Diagnosis,
List<Float>> hammingTable) {

    return hammingTable.entrySet().stream()
        .filter(entry -> !entry.getValue().contains(1f))
        .map(Map.Entry::getKey)
        .collect(Collectors.toList());
}

```


Результати роботи

Основний цикл програми виглядає наступним чином:

```
int[] indexes = {4, 50, 7, 3}; // specified by variant
List<Individual> individuals =
FileIndividualsReader.fromFile("/lab1_v2.txt");

Stats stats = StatisticsUtils.collectStats(individuals); // N1,
N2, N3 and other statistics with probabilities
Map<Diagnosis, Map<Indication, Double>> medicalMemoryTable =
StatisticsUtils.computeMedicalMemoryTable(stats);

Map<Individual, List<Diagnosis>> determinationResults = new
HashMap<>();

for (int index : indexes) {
    Individual individual = individuals.get(index);

    Map<Diagnosis, List<Float>> hammingTable =
DiagnosisQualifier.computeHammingTable(individual,
medicalMemoryTable);

    List<Diagnosis> diagnoses =
DiagnosisQualifier.determineDiagnosis(hammingTable)
        .map(Collections::singletonList)
        .orElseGet(() ->
DiagnosisQualifier.findPossibleDiagnoses(hammingTable));

    determinationResults.put(individual, diagnoses);
}

ConsoleWriter.printDiagnosesStatistics(stats);
ConsoleWriter.printIndicationStatistics(stats);
ConsoleWriter.printDeterminationResults(determinationResults);
```

Вивід на консоль

```
DIAGNOSIS PROBABILITIES:
Diagnosis #1 | Probability 0.2408 |
Diagnosis #2 | Probability 0.2992 |
Diagnosis #3 | Probability 0.2408 |
Diagnosis #4 | Probability 0.2189 |
-----
(N1) GROUPED INDIVIDUALS (PATIENTS) BY DIAGNOSIS:
Diagnosis #1 | [1, 2, 5, 6, 7, 12, 16, 21, 33, 34, 52, 56, 59, 61, 65,
73, 74, 77, 82, 84, 87, 88, 90, 93, 95, 96, 105, 109, 111, 113, 115,
118, 120]
Diagnosis #2 | [3, 9, 13, 17, 19, 20, 28, 29, 30, 32, 37, 41, 42, 44,
45, 49, 51, 53, 55, 57, 58, 60, 62, 63, 64, 66, 72, 76, 79, 80, 81,
85, 89, 98, 99, 101, 106, 116, 122, 125, 133]
Diagnosis #3 | [8, 10, 14, 15, 22, 23, 27, 36, 38, 46, 48, 54, 67, 69,
70, 71, 83, 86, 91, 92, 100, 102, 103, 104, 107, 123, 124, 128, 130,
131, 132, 134, 136]
```

Diagnosis #4 | [4, 11, 18, 24, 25, 26, 31, 35, 39, 40, 43, 47, 50, 68, 75, 78, 94, 97, 108, 110, 112, 114, 117, 119, 121, 126, 127, 129, 135, 137]

(N2) INDIVIDUALS (PATIENTS) INDICATIONS BY DIAGNOSES:

Diagnosis #1

Indication Leukocytes : [33, 34, 1, 59, 84, 109, 2, 93, 118, 52, 77, 61, 111, 12, 95, 120, 87, 21, 5, 96, 88, 113, 105, 6, 56, 73, 7, 65, 90, 115, 82, 16, 74]
Indication Lymphocytes : [33, 95, 120, 87, 21, 5, 34, 1, 96, 59, 88, 84, 113, 109, 105, 6, 2, 93, 56, 118, 52, 77, 7, 65, 61, 90, 115, 82, 16, 111, 12, 74]
Indication T-Lymphocytes : [33, 95, 120, 87, 21, 5, 34, 1, 96, 59, 88, 84, 113, 109, 105, 6, 2, 93, 56, 118, 77, 73, 7, 65, 61, 90, 115, 82, 16, 111, 12, 74]
Indication T-Helpers : [33, 1, 84, 109, 2, 118, 52, 77, 61, 111, 12, 95, 120, 87, 21, 5, 96, 88, 113, 6, 56, 73, 7, 65, 90, 115, 82, 16, 74]
Indication RE-T-Suppressors : [109, 2, 87, 5, 88, 105, 7, 82]
Indication Sens. Theophylline: [33, 34, 1, 59, 84, 109, 2, 93, 118, 52, 77, 61, 111, 12, 95, 120, 87, 21, 5, 96, 88, 113, 105, 6, 56, 73, 7, 65, 90, 115, 16, 74]
Indication Res. Theophylline : [33, 95, 93, 56, 120, 87, 118, 21, 52, 77, 73, 7, 5, 34, 1, 65, 96, 61, 59, 90, 88, 84, 115, 82, 113, 16, 111, 109, 12, 74, 105, 6, 2]
Indication B-Lymphocytes : [1, 2, 93, 52, 111, 12, 87, 21, 105, 6, 73, 7, 74]

Diagnosis #2

Indication Leukocytes : [66, 58, 116, 17, 42, 9, 133, 125, 51, 76, 101, 60, 85, 19, 44, 3, 28, 53, 20, 45, 37, 62, 29, 79, 13, 63, 30, 55, 80, 72, 64, 122, 89, 81, 106, 98, 32, 57, 49, 41, 99]
Indication Lymphocytes : []
Indication T-Lymphocytes : [66, 63]
Indication T-Helpers : [66, 58, 116, 17, 42, 9, 133, 125, 51, 76, 101, 60, 85, 19, 44, 3, 28, 53, 20, 45, 37, 62, 29, 79, 13, 63, 30, 55, 80, 72, 64, 122, 89, 81, 106, 98, 32, 57, 49, 41, 99]
Indication RE-T-Suppressors : [66, 58, 116, 17, 42, 9, 133, 125, 51, 76, 101, 60, 85, 19, 44, 3, 28, 53, 20, 45, 37, 62, 29, 79, 13, 63, 30, 55, 80, 72, 64, 122, 89, 81, 106, 98, 32, 57, 49, 41, 99]
Indication Sens. Theophylline: [66, 58, 116, 17, 42, 9, 133, 125, 51, 76, 101, 60, 85, 19, 44, 3, 28, 53, 20, 45, 37, 62, 29, 79, 13, 63, 30, 55, 80, 72, 64, 122, 89, 81, 106, 98, 32, 57, 49, 41, 99]
Indication Res. Theophylline : []
Indication B-Lymphocytes : [66, 62, 29, 58, 116, 17, 79, 13, 42, 9, 133, 63, 30, 125, 55, 51, 80, 76, 72, 101, 64, 60, 122, 89, 85, 19, 81, 44, 106, 3, 98, 32, 28, 57, 53, 20, 49, 45, 41, 37, 99]

Diagnosis #3

Indication Leukocytes : [100, 22, 123, 132]
Indication Lymphocytes : [54, 83, 46, 104, 71, 38, 100, 67, 92, 22, 14, 10, 134, 27, 23, 48, 69, 36, 131, 86, 107, 8, 70, 132]
Indication T-Lymphocytes : [54, 83, 104]

Indication T-Helpers : [83, 67, 92, 102, 69, 36, 86, 136, 103, 54, 46, 104, 71, 38, 14, 23, 15, 131, 107, 8, 132]
 Indication RE-T-Suppressors : [124, 91, 83, 100, 67, 92, 10, 134, 27, 102, 69, 36, 86, 136, 103, 70, 128, 54, 46, 104, 71, 38, 22, 130, 23, 48, 15, 131, 123, 107, 132]
 Indication Sens. Theophylline: [124, 91, 83, 100, 67, 92, 10, 134, 27, 102, 69, 86, 136, 103, 70, 128, 54, 46, 104, 71, 38, 22, 14, 130, 23, 48, 15, 123, 8, 132]
 Indication Res. Theophylline : [91, 104, 92]
 Indication B-Lymphocytes : [124, 91, 54, 83, 46, 104, 71, 38, 100, 67, 92, 22, 14, 10, 27, 23, 48, 15, 102, 69, 36, 131, 123, 86, 107, 8, 136, 103, 70, 132]

Diagnosis #4

Indication Leukocytes : [25, 50, 108, 75, 26, 117, 18, 43, 68, 35, 126, 110, 11, 135, 127, 94, 119, 78, 4, 112, 137, 129, 121, 47, 39, 97, 31, 114, 40, 24]
 Indication Lymphocytes : [4, 25, 50, 112, 108, 75, 137, 129, 26, 121, 18, 47, 43, 39, 68, 35, 97, 31, 126, 114, 110, 11, 40, 135, 127, 94, 24, 119, 78]
 Indication T-Lymphocytes : [4, 50, 112, 108, 26, 121, 18, 47, 39, 35, 97, 11, 40, 135, 127, 24, 119, 78]
 Indication T-Helpers : [25, 50, 108, 75, 26, 117, 18, 43, 68, 35, 126, 110, 11, 135, 127, 94, 119, 78, 4, 112, 137, 129, 121, 47, 39, 97, 31, 114, 40, 24]
 Indication RE-T-Suppressors : [25, 50, 108, 75, 26, 117, 18, 43, 68, 126, 110, 11, 135, 127, 94, 119, 78, 4, 112, 137, 129, 121, 47, 39, 97, 31, 114, 40, 24]
 Indication Sens. Theophylline: [25, 50, 108, 75, 26, 117, 18, 43, 68, 35, 126, 110, 11, 135, 127, 94, 119, 78, 4, 112, 137, 129, 121, 47, 39, 97, 31, 114, 40, 24]
 Indication Res. Theophylline : [110, 135]
 Indication B-Lymphocytes : [50, 117, 11, 119, 121, 97]

(N3) GROUPED INDIVIDUALS (PERSONS) BY INDICATION:

Indication Leukocytes : [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 129, 132, 133, 135, 137]
 Indication Lymphocytes : [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 43, 46, 47, 48, 50, 52, 54, 56, 59, 61, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 77, 78, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 100, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 126, 127, 129, 131, 132, 134, 135, 137]
 Indication T-Lymphocytes : [1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 16, 18, 21, 24, 26, 33, 34, 35, 39, 40, 47, 50, 54, 56, 59, 61, 63, 65, 66, 73, 74, 77, 78, 82, 83, 84, 87, 88, 90, 93, 95, 96, 97, 104, 105, 108, 109, 111, 112, 113, 115, 118, 119, 120, 121, 127, 135]

Indication T-Helpers : [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 125, 126, 127, 129, 131, 132, 133, 135, 136, 137]

Indication RE-T-Suppressors : [2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 57, 58, 60, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 114, 116, 117, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137]

Indication Sens. Theophylline: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137]

Indication Res. Theophylline : [1, 2, 5, 6, 7, 12, 16, 21, 33, 34, 52, 56, 59, 61, 65, 73, 74, 77, 82, 84, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 104, 105, 109, 110, 111, 113, 115, 118, 120, 135]

Indication B-Lymphocytes : [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 30, 32, 36, 37, 38, 41, 42, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 60, 62, 63, 64, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 87, 89, 91, 92, 93, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 111, 116, 117, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 131, 132, 133, 136]

GENERAL INDICATIONS PROBABILITIES

Indication: Sens. Theophylline	|	Probability: 0.9708
Indication: Leukocytes	|	Probability: 0.7883
Indication: RE-T-Suppressors	|	Probability: 0.7956
Indication: T-Helpers	|	Probability: 0.8832
Indication: B-Lymphocytes	|	Probability: 0.6569
Indication: Lymphocytes	|	Probability: 0.6204
Indication: Res. Theophylline	|	Probability: 0.2773
Indication: T-Lymphocytes	|	Probability: 0.4014

COMPUTED RESULTS VS ACTUAL RESULTS:

Patient #4	|	COMPUTED: [3, 4]	|	ACTUAL: 4	|
Patient #8	|	COMPUTED: [3]	|	ACTUAL: 3	|
Patient #5	|	COMPUTED: [1, 3, 4]	|	ACTUAL: 1	|
Patient #51	|	COMPUTED: [2, 3, 4]	|	ACTUAL: 2	|

Як можна побачити, ми знайшли як точні збіги, так і підібрали ймовірнісні діагнози, які завжди містять правильний діагноз. Також було проведено обчислення для всіх 137 пацієнтів, де не було підібрано ні одного списку діагнозів, що не містив би правильну відповідь.

Висновки: вивчив метод синтезу діагностичних правил, заснованого на детерміністській логіці та на відстані Гемінга (Hamming distance).