

Практическое занятие №30

Анализ алгоритмов в профессиональной области

Цель работы: рассмотреть способы описания алгоритмов, которые используются и/или могут использоваться для решения задач медицины и здравоохранения.

Образовательные результаты:

- *обучающийся должен знать:* свойства, особенности и способы описания медицинских алгоритмов.
- *обучающийся должен уметь:* описывать и строить медицинские алгоритмы.

Оборудование, приборы, аппаратура, материалы: методические рекомендации к выполнению работы, персональный компьютер с операционной системой Windows.

Порядок выполнения задания, методические указания:

- *ознакомиться с теоретическими сведениями по данной теме;*
- *выполнить задания практической работы;*

Теоретические сведения для самоподготовки. Записать в тетрадь теоретический материал.

Анализ алгоритмов в медицине включает оценку и сравнение различных методов и процедур, используемых в медицинской практике. **Целью анализа алгоритмов** является определение их эффективности, надежности и точности.

Один из примеров анализа алгоритмов в медицине - **исследование лекарственной терапии**. Здесь алгоритмы определяются врачом, который выписывает определенные лекарственные препараты на основе диагноза пациента.

Анализ алгоритмов в данном случае включает оценку эффективности лекарственных препаратов, их побочные эффекты и взаимодействие с другими лекарствами.

Другой пример анализа алгоритмов в медицине - **медицинские исследования**. Здесь алгоритмы определяются на основе сбора данных и их анализа. Например, в случае исследования нового метода диагностики рака, анализ алгоритмов включает определение эффективности и точности метода сравнительно с существующими методами.

Однако анализ алгоритмов в медицине **может быть сложным** из-за таких факторов, как разнообразие пациентов и биологическая изменчивость, которые могут вносить шум в данные и усложнять оценку эффективности алгоритмов.

Одним из методов анализа алгоритмов в медицине является клиническое исследование, где пациенты разделены на группы с применением разных алгоритмов лечения или процедур, и их результаты сравниваются.

Другие методы включают **математическое моделирование, статистический анализ данных и машинное обучение для определения наиболее эффективных алгоритмов**.

Анализ алгоритмов в медицине играет важную роль в улучшении качества медицинской помощи пациентам, определении новых методов диагностики и лечения, а также в развитии медицинской науки.

Способы описания алгоритмов. Существует достаточно много способов описания алгоритмов. Далее будут рассмотрены лишь те способы, которые используются и/или могут использоваться для решения задач медицины и здравоохранения. **Словесный способ описания алгоритмов**, вероятно, является самым древним и самым распространенным.

Вот как, например, описывает алгоритм лечения инфицированных ран покровов черепа профессор В.Ф. Войно-Ясенецкий в 1934 году:

Ввиду большой опасности флегмон покровов черепа их надо оперировать возможно раньше и притом радикально. Недостаточно сделать один небольшой разрез и выпустить гной. Операция должна быть обставлена как большая и асептическая. Волосы на голове

больного должны быть выбриты, так как зона распространения флегмоны заранее неизвестна. Чувствительные нервы покровов черепа направляются снизу вверх, с лица и шеи на череп. Спереди это nn. frontalis и supraorbitalis, с боков — auriculotemporalis, auricularis magnus и occipitalis minor, сзади — n. occipitalis major. Подкожной циркулярной инъекцией 0,5% новокаина с адреналином можно прервать проводимость этих нервов и достигнуть анестезии всего черепа. Часто достаточно сделать круговую инъекцию меньших размеров, но обязательно за пределами флегмоны. Адреналина надо прибавлять несколько больше для предупреждения кровотечения. Впрочем, при флегмонах я никогда не видел такой большой кровоточивости покровов черепа, как при асептических краниотомиях. При круговой регионарной анестезии становятся нечувствительными и кости свода черепа, и при осложненных инфицированных переломах можно свободно удалить лишние надкостницы или уже омертвевшие осколки кости, что в таких случаях необходимо всегда делать. Из первого большого разреза полость флегмоны надо обследовать пальцем и внимательно осмотреть, для чего края раны следует оттянуть тупыми крючками. При ревизии необходимо обратить внимание на состояние galeae aroneuroticae, надкостницы и кости и все обнаруженные некротические части удалить. У границ гнойной полости, определенных пальцем, надо сделать добавочные, тоже большие разрезы, чтобы предотвратить прогрессирование флегмоны и образование карманов-затеков. Вся гнойная полость должна быть рыхло выполнена марлей. После такой операции распространение флегмоны, как правило, прекращается, гнойная полость быстро очищается и больной в короткий срок выздоравливает.

В медицине словесные способы описания алгоритмов занимают ведущее положение, однако имеют существенные недостатки:

- строго не формализуемы;
- страдают многословностью;
- допускают неоднозначность толкования отдельных предписаний (действий, команд).

При словесно-формульном способе алгоритм записывается в виде текста с формулами. При этом текст либо описывает последовательность выполнения действий, либо – разъясняет параметры формулы.

Свойства и особенности медицинских алгоритмов.

Алгоритм должен удовлетворять определенным требованиям, обладать определенными свойствами: дискретность, определенность, результативность и универсальность (массовость).

Медицинские алгоритмы имеют свои особенности. И эти особенности нужно знать и учитывать при разработке и использовании медицинских алгоритмов.

Основополагающим свойством алгоритмов является **дискретность**, когда процесс решения задачи по алгоритму разбит на отдельные действия (шаги, команды). В классическом понимании алгоритма действия являются атомарными (неделимыми), т.е. действие не может быть частично выполнено или частично не выполнено.

Применительно к медицинским алгоритмам нужно учитывать, что действия далеко не всегда являются атомарными (неделимыми). Например, действие «Ввести внутривенно 1 мл 0,1% атропина сульфата» в условиях выполнения алгоритма реанимационных мероприятий можно рассматривать как дискретное. Однако, согласно «Алгоритму внутривенного введения лекарственных препаратов» это действие состоит из 26-ти (!) последовательно выполняемых операций. Поэтому отдельные действия в рамках сложного алгоритма могут описываться отдельными алгоритмами с более глубокой детализацией.

Данный пример иллюстрирует еще одно свойство алгоритмов – **ориентированность на исполнителя алгоритма**. Исполнитель может выполнять действия (команды) только из некоторого строго заданного списка — системы команд исполнителя (применительно к вычислительным и механическим устройствам) или в рамках должностной инструкции, учитывающей возможности (квалификацию)

исполнителя. Поэтому алгоритм должен обладать свойствами **понятности** – должен содержать только те действия (команды), которые известны исполнителю и **эргономичности** – должен быть удобным для понимания исполнителем. Каждая команда (шаг, действие) должна пониматься однозначно. Правила и порядок выполнения действий (команд) алгоритма должны иметь единственное толкование. Одна и та же команда, будучи понятна разным исполнителям, после исполнения каждым из них должна давать одинаковый результат (для одинаковых исходных данных). От исполнителя алгоритма не требуется проявления фантазии или творческих способностей. Более того, алгоритм не оставляет его исполнителю места для проявления этих качеств. **Последовательность** – действия (шаги, команды) алгоритма выполняются последовательно, одно за другим (кроме специально обозначенных параллельных действий). Для механических устройств последовательность выполнения действий для достижения конечного результата является непреложным условием их работы. Это же относится и к большинству медицинских алгоритмов. Соблюдение строгой последовательности выполнения действий – одно из важнейших требований к оказанию неотложной медицинской помощи при состояниях, угрожающих жизни пациентов или в случаях, когда возникает угроза здоровью или жизни окружающих, например, при возникновении аварийных ситуаций в ходе проведения лечебно-диагностических мероприятий. **Выполнимость** – результаты алгоритма достигаются за конечное число действий (шагов, команд). Выполнимость медицинских алгоритмов зачастую обуславливается наличием необходимых ресурсов (лекарственных средств, медицинских изделий и, главное – умений исполнителя алгоритма). Обсуждение этих вопросов выходит за рамки настоящей работы. **Результативность** – после завершения выполнения алгоритма обязательно получается конечный результат. Объект медицины как науки – человек – чрезвычайно сложен и до конца не изучен. А это означает, что в отличие, например, от многократно проверенных и подтвержденных законов движения космических тел Кеплера, нам доступны лишь те знания о человеке, его болезнях, методах диагностики и лечения, которые нам доступны сегодня. Вследствие этого практически любой медицинский алгоритм должен восприниматься как условно правильный, то есть правильный на современном этапе развития медицинской науки. Поэтому свойство результативности применительно к медицинским алгоритмам нельзя абсолютизировать. Результат выполнения медицинского алгоритма является целью, но не 100%-й гарантией успеха.

Универсальность (массовость) – алгоритм должен работать с различными наборами исходных данных. Следует заметить, что в медицине это свойство реализовать достаточно сложно, так как сложно учесть многочисленные индивидуальные особенности течения заболеваний. Алгоритм может быть применим и к одному-единственному варианту исходных данных. К их числу относятся алгоритмы пользования различными автоматами (например, автоматом, продающим жевательную резинку, если он рассчитан на монеты только одного номинала), алгоритмы следования по маршруту, начинающемуся в определенном пункте и ведущему в заданное место, и многие другие. **Независимость** – алгоритм может быть описан несколькими разными способами (например, в различных нотациях), каждый из которых должен всегда давать правильный результат для всех корректных исходных данных. **Корректность** – если алгоритм создан для решения определенной задачи, то для всех корректных исходных данных он должен всегда решать данную задачу. **Эффективность** – алгоритм должен выполняться за минимальное время и с минимальными затратами ресурсов. Стремление к максимальной эффективности алгоритма – одна из основных задач его автора. Достижение конечного результата (а именно на это нацелен любой алгоритм) во многих случаях может быть выполнено несколькими способами, с применением различных методик-алгоритмов. Так, например, деление двух чисел может быть выполнено с помощью компьютерной программы, на калькуляторе, в уме, а также другими, «экзотическими» на сегодняшний день способами: на бумаге «столбиком», на счетах, на арифмометре, на логарифмической линейке.

Алгоритмы расчетов во всех случаях будут разными. Однако, без сомнения, на практике будет применен один из трех первых, позволяющий получить результат за минимальное время и с минимальными затратами ресурсов, т.е. наиболее эффективный алгоритм.

Для медицинских алгоритмов эффективность имеет принципиально важное значение, т.к. во многих ситуациях обуславливает своевременность оказания медицинской помощи, её результативность и экономическую эффективность. **Контролируемость** – алгоритм должен иметь контрольные точки, позволяющие контролировать выполнение алгоритма.

Наличие контрольных точек является важным требованием, предъявляемым именно к медицинским алгоритмам.

Контролируются:

- Значения – результаты выполнения отдельных действий (шагов) алгоритма;
- Время (длительность) выполнения отдельных действий.

Медицинские алгоритмы, как правило, не выполняются одновременно, а развернуты во времени. При этом, параллельно с выполнением алгоритма – реализацией процесса – изменяется и сам объект приложения алгоритма – пациент. А это означает, что правильно выбранный в момент времени t_0 и правильно реализуемый алгоритм (например, медикаментозного лечения) к моменту времени t_1 вполне возможно потребуются скорректировать, а то и вовсе отменить. Контрольные точки являются важнейшим инструментом аудита процесса. Причем не по окончанию его выполнения, а в ходе его выполнения, по результатам анализа контрольных показателей в контрольных точках. **Разновидностью медицинских алгоритмов являются диагностические алгоритмы** — наборы формальных правил, позволяющие на основе сведений о больном сформулировать диагноз заболевания, дать количественные или качественные оценки состояния больного. Диагностические алгоритмы разрабатываются как для непосредственного использования медицинскими работниками в виде диагностических таблиц, шкал, схем, калькуляторов, так и в составе информационных систем поддержки принятия врачебных решений.

Общие принципы построения медицинских алгоритмов

Построение алгоритма начинается с осмысления и понимания решаемой задачи. Сразу следует оговориться, что зачастую окончательное понимание способа решения задачи формируется в ходе построения алгоритма и является результатом его построения. Однако на начальном этапе понимание задачи должно быть сформировано хотя бы в первом приближении. Результатом осмысления задачи является формулировка названия алгоритма – главного вектора, указывающего на цель создания алгоритма. Опять же следует оговориться, что название может быть изменено по итогам создания алгоритма, причем как в сторону расширения (области применения алгоритма), так и в сторону сужения (класса решаемых задач). Действия, описываемые алгоритмом, в обязательном порядке подразумевают наличие входных и выходных переменных – параметров объектов, в отношении которых выполняются эти действия, и достигаемого результата. Объект, действия с которым описывает алгоритм, может быть описан достаточно подробно, либо выделен по какому-либо одному признаку или группе признаков, определяющих класс объекта. Например, алгоритм направления пациентов на оказание высокотехнологичной медицинской помощи (ВМП) ориентирован на пациентов, нуждающихся в ВМП безотносительно вида этой помощи (кардиохирургическая, нейрохирургическая или иная). То есть входной переменной (объектом) является класс объектов, объединенных по одному признаку – нуждаемость в ВМП. Во многих случаях характер и последовательность действий с объектом уточняется (видоизменяется) непосредственно в ходе выполнения медицинского алгоритма. Наглядной иллюстрацией такого подхода является алгоритм лечения внебольничной пневмонии, на начальном этапе которого выбор антибактериального препарата проводится с учетом вида возбудителя, его чувствительности к антибиотикам и переносимости пациентом данного антибиотика, а в

ходе лечения ранее выбранный антибиотик может быть заменен на другой. Непременным условием разработки медицинских алгоритмов является их ориентация на исполнителя.

Любой алгоритм, как уже было сказано ранее, должен быть понятным и исполнимым. А это означает, что, например, что алгоритм оказания медицинской помощи при анафилактическом шоке в условиях фельдшерско-акушерского пункта (ФАП) должен быть ориентирован на его исполнителя – фельдшера – и учитывать наличие у него медикаментов из состава укладки для оказания экстренной медицинской помощи при анафилактическом шоке, обязательной для ФАП. Особенностью описания и выполнения медицинских алгоритмов является то, что в их реализации зачастую задействовано множество исполнителей.

Этим медицинский алгоритм принципиально отличается от «машинного» алгоритма – программного кода, реализуемого на одной конкретной ЭВМ. Поэтому при разработке алгоритмов или при преобразовании словесного (текстового) алгоритма в блок-схему изначально необходимо учесть число исполнителей – физических или юридических лиц, реализующих алгоритм. Особенно это важно в случае, если текстовое или схематическое описание алгоритма должно подчеркнуть разделение функций исполнителей и преемственность получаемых ими результатов. Любой алгоритм состоит из элементарных действий (операций, шагов, блоков на схеме алгоритма). При описании алгоритма нужно стремиться к тому, чтобы эти действия были именно элементарными, атомарными, неделимыми. Особенно важным выделение атомарных операций является при построении блок-схем, когда одной операции соответствует один символ схемы. Формулировка названия операции (действия) должна быть конкретной и однозначно толковаться исполнителем алгоритма. Названия операций в блок-схеме должны формулироваться в виде глагола, соответствующего действию или команде, например: «выполнить», «ввести», «измерить». Недопустимо использовать названия действий, допускающих произвольное толкование, например: «динамическое измерение пульса», «оценка состояния больного», «при необходимости обеспечить», и т.д. Операции (действия) алгоритма зачастую целесообразно объединить в группы, т.е. выделить этапы выполнения алгоритма. В случае большого алгоритма подразделение на этапы позволяет сформулировать в тексте логически завершённые пункты и подпункты, или разделить блок-схему по страницам, или вообще разделить алгоритм на части. **При построении алгоритма следует соблюдать последовательность действий, как логическую, так и временную.**

Категорически неправильными являются выражения типа «Прекратить введение лекарственного препарата, если развился приступ удушья», «Ввести в вену катетер, предварительно обработав место введения спиртовым раствором», и т.п.

Правильными являются выражения, в которых соблюдается последовательность выполнения действий. В нашем примере: «Если развился приступ удушья – прекратить введение лекарственного препарата», «Обработать место введения спиртовым раствором и ввести в вену катетер».

ЗАДАНИЕ 1. Изучить теоретический материал по теме, составить опорный конспект.

ЗАДАНИЕ 2. Привести по одному примеру словесного и словесно-формульного алгоритма в медицине, построить их блок-схемы.