

Глава 2. Решение проблемы

§1. Оптимизация VS. случайности. Неточная задача.

Итак, шахматная игра как проблема сформулирована. Она полностью определена; ее цель и начальные условия заданы, равно как и заданы правила игры, которые показывают какие допустимы операции, связывающие цель и начальные условия.

Теперь возникает вопрос о нахождении метода– алгоритма решения проблемы и средств воплощения этого метода. В принципе создание алгоритма шахматной игры, поскольку его реализация должна быть задана в реальном масштабе времени, требует ясного видения оператора, исполнителя этого алгоритма. В последующем изложении я буду преимущественно опираться на опыт разработки машинного алгоритма игры в шахматы, используя при этом по возможности накопленной в этой игре человеческий опыт.

Построить алгоритм шахматной игры означает найти для данного игрока оптимальную траекторию развития, т.е. последовательность ходов, ведущих к максимизации его целевой функции. Формально она представляется максимизацией функции, аргументы которой могут принимать значение + при выигрыше, -1 при ничьей и 0 при проигрыше. При этом поиск оптимальной стратегии для одного игрока в принципе должен сопровождаться поиском оптимальной стратегии для другого игрока, поскольку предполагается, что второй игрок также рационален и играет наилучшим образом. Для игры в шахматы, которая является игрой с нулевой суммой, поиск оптимальной стратегии означает поиск макс–мина, т.е. ситуации, при которой максимальный выигрыш одного игрока равен минимальному проигрышу другого игрока.

Следуя принципу “неконструктивной математики”, поставим теперь вопрос: “Существует ли вообще алгоритм для шахматной игры?”, а затем уже будем выяснять путь его построения с помощью отмеченных выше средств. В принципе такого рода алгоритм существует, так как число матовых состояний, которые могут быть реализованы в ходе шахматной игры, является конечным. Правда, число этих комбинаций представляет собой огромнейшую величину. Если даже предположить, что игра заканчивается в 40 ходов (хотя да полного истощения без повторения ходов она может длиться до 5–6 тысяч ходов), то возможно 10^{120} вариаций, начиная с исходной позиции. Если компьютер будет перебирать все эти

вариации, даже затрачивая на одну из них микро-микросекунду, то ему потребуется для такого перебора 10^{90} лет. /Shannon, C., 1950, стр.259–260/. Таким образом, хотя время, требуемое для перебора конечно, но оно несравнимо со временем, необходимым для решения задачи в рамках установленного человеком времени.

В силу сказанного, решение шахматной игры требует организации упорядоченного перебора вариантов при обозримом числе операций. В идеале этот упорядоченный перебор должен гарантировать достижения оптимального значения игры. Такого рода гарантия дается оптимизационным принципом. Он основан на нахождении оптимума путем процедуры полностью упорядоченного, т.е. со строго доказанной сходимостью, перебора всех возможных вариантов при последовательном отсеке больших массивов худших вариантов. В последние десятилетия успехи в области линейного программирования – в том числе с целочисленными переменными – и динамического программирования применительно к решениям экономических задач, управления техническими системами показали, что имеется возможность находить алгоритмы, которые за ограниченное число шагов обеспечивают нахождение оптимального решения. Сходимость процедур к оптимуму в этих алгоритмах строго доказана.¹

Между тем, сложность шахматной игры не позволяет использовать существующие оптимизационные алгоритмы для нахождения оптимального решения. К сожалению, мне неизвестен в шахматной литературе конкретный анализ причин, в силу которых существующие оптимизационные методы непригодны для решения шахматной проблемы.

Коль скоро нет возможности оптимизационного перебора вариантов игры, то кажется, что можно играть в шахматы лишь делая случайные ходы. Действительно, поскольку всегда полностью неизвестны последствия почти любого хода, то пусть его величество случай и решает что делать. Случайный перебор в силу конечного и обозримого числа ходов до полного истощения игры в соответствии с принятыми правилами – это число колеблется что то около 6000, в принципе может привести к завершению игры в достаточно разумные сроки. Однако такой перебор приведет к потере смысла игры, так как лишает ее контролирующего начала.²

¹ Правда, теоретически можно доказать, что, к примеру, алгоритмы линейного программирования в определенных случаях могут потребовать для сходимости полного перебора всех вариантов. Однако практически оптимальное решение находится без такого полного перебора всех вариантов.

Сказанным я не хочу перечеркнуть роль случайного перебора в шахматной игре. Известно, Лихтенштейн, В., 1973, из опыта построения алгоритмов математического программирования (с доказанной сходимостью), что совмещение в ходе итераций в начале процесса жестко упорядоченных процедур выбора лучшего варианта (типа симплекс-метода) со случайным отбором в конце процесса лучшего варианта (типа метода Монте-Карло) давало в определенных условиях весьма хорошие результаты.

В силу всего вышесказанного возникает проблема построения приближенного алгоритма шахматной игры, который бы в разумное время дал хорошее ее решение. В зависимости от меры “оптимистичности” или “пессимистичности” исследователя этот алгоритм в отличии от оптимальностного, точного алгоритма может быть назван хорошим-неоптимальным, приближенным-неточным. Фон Нейман, Д., 1944, назвал такие незавершенные, эвристические методы игры “хорошими” шахматами (стр.125).

Ботвинник, М., 1968, назвал задачи, связанные с такого рода алгоритмами, неточными. В последующей работе Ботвинник, М., 1979, дал уточненное определение неточной задачи, которое ниже приводится.

“Неточной будем называть такую переборную задачу, которая решается с помощью минимаксной процедуры на усеченном дереве перебора.

Процедура минимакса, дерево перебора – понятия, хорошо известные. Поясним, что здесь подразумевается под понятием усеченного дерева перебора.

Задачи, решаемые с помощью формирования дерева перебора возможностей –элементарных действий–, могут быть различной трудности, могут быть связаны с построением как малого, так и большого –иногда бесконечно большого– дерева перебора. Если ресурсы устройства по переработке информации –память и быстродействие– таковы, что невозможно сформировать и изучить дерево перебора полностью, то либо надо отказаться от решения задачи, либо соглашаться на приближенное, неточное ее решение. В этом случае –если неточное решение неприемлемо– приходится ограничивать глубину вариантов если мы идем на усеченное –по глубине– дерево перебора и на неточность решения, то, по сути дела, переборная задача и становится неточной.

Определение неточной задачи, таким образом, неразрывно связано с общим методом ее решения и ресурсами устройства, перерабатывающего информацию.

Если удастся провести минимаксную процедуру на полном дереве перебора, задача остается точной. Вообще, задачи могут решаться точно и другими методами, например с помощью уравнений или по какому-либо точному алгоритму. Отметим, впрочем, что задача может быть неточной и в других случаях, а не только в том, который соответствует принятому определению.– решение может быть неточным и при применении уравнений...” (стр.1).

² Возможности получения положительных оценок от самого процесса игры, требует творческого упорядоченного поиска. Тот факт, что компьютеры не получают этих положительных оценок, есть следствие того, что в них нет программ по творчеству, что они не вырабатывают сами эти творческие программы. Развитый эмоциональный механизм, как мне представляется, не есть прерогатива человека или животных; он может быть и в машина, если в них есть развитый механизм творчества.

1. Общие требования к алгоритму неточной задачи.

В общем виде функции, конечный продукт, структура, процесс и история в шахматном алгоритме должны удовлетворять следующим требованиям:

Функции а) индуцировать противника (к примеру, влиять на выбор им агрессивной или оборонительной стратегии).

б) обеспечить на каждом шаге создание позиции, которая позволит абсорбировать непредвиденные события на доске в пользу данного игрока;

в) обеспечить на каждом шаге создание позиции, которая позволит устранить влияние непредвиденных событий, если оно негативно.¹

Мне представляется, что высказанные Аккоффом соображения об адаптации и их отношении к отмеченным мною функциям алгоритма станут понятнее читателю, если попытаться выразить сказанное в более строгой матричной форме. Последняя ниже приводится в таблице 2.

Таблица 2. Типология адаптаций

Оценка фактических результатов действия среды	Изменения в среде	
	Намеренные	Случайные
Положительные		

¹Такого рода подход к алгоритму отличается, вообще говоря, от требований адаптивного подхода, который обычно подразумевает только реагирование на внешние изменения путем изменения внутренней организации адаптируемого объекта) при этом выполняется только последняя из указанных выше трех функций. В работе Аккофф Р., 1985, выдвигается более общий подход к адаптации, который в целом весьма близок к приведенному мною. Вот что пишет по этому поводу Аккофф:

“Адаптироваться означает реагировать на внутреннее или внешнее изменение таким образом, чтобы поддерживать или улучшать производительность. Изменение, ответной реакцией на которое является адаптация, может представлять собой либо опасность, либо дополнительную возможность. Например, появление нового конкурента может быть опасностью, исчезновение старого – дополнительной возможностью. И то и другое требует способности распознавать изменения, которые могут повлиять или влияют на эффективность, и реагировать на них при помощи коорректирующего или поддерживающего воздействия. Такое воздействие может состоять из изменения либо в самой системе, либо в ее среде. Например, если внезапно похолодает, можно теплее одеться (изменить себя) или включить обогреватель (изменить среду). Кроме того, изменение, к которому нужно адаптироваться, может возникнуть либо по выбору, либо при отсутствии выбора. Устранение конкурента, например, может произойти независимо от действий корпорации или быть их следствием.

Используемое здесь понятие адаптации намного богаче, чем то, которое применяется в теории эволюции. Согласно этой теории, адаптация относится лишь к произвольным реакциям на внешние изменения, а реакции состоят из внутренних изменений. Это ограниченное толкование вызвано тем обстоятельством, что теория эволюции занимается нецеленаправленными системами, а в тех случаях, когда имеет дело с целенаправленными системами, не рассматривает их целенаправленность. Здесь же мы занимаемся исключительно целенаправленными системами и их целенаправленностью.” (стр.170–171.)

Отрицательные		
---------------	--	--

Конечный продукт. Чтобы выполнить указанные выше функции нужно уметь оценивать конечный продукт каждого шага. Разумеется для этого надо прежде всего определить структуру этого конечного продукта. Здесь возникают наиболее delicate вопросы алгоритмов неточной игры. В последующем анализе я прежде всего и буду разбирать способы формирования конечного продукта шага.

Структура. Структура алгоритма может быть представлена в двух аспектах: “в длину”, “в ширину” и “вглубь”.

Под структурой “в длину” я понимаю разбиение алгоритма на этапы, в свою очередь этапы на стадии и т.п. вплоть до элементарного действия. Элементарным действием, как это принято в шахматной программе Хайтех, может быть, к примеру, выбор каждой клеткой шахматной доски лучшего действия среди множества возможных действий, которые могут привести к тому, что на ней “осядет” фигура.

Под структурой “в ширину” я понимаю число фигур, которые включены в рассматриваемую ситуацию. Так, следуя Ботвиннику, М., 1979, можно построить трехуровневую структуру “в ширину”. Мне представляется, что она может быть даже представлена как четырехуровневая, если первый уровень, предлагаемый Ботвинником разбить на два. Первый уровень – это выделение нападающей фигуры. Второй уровень – образование комлевых фигур; эти фигуры наряду с нападающей фигурой включают еще фигуры, которые в пределах того же горизонта действий нападающей фигуры (того же количества полуходов) помогают последней достичь ее цель. Третий уровень связан с образованием зоны. Ботвинник ее определяет следующим образом: “*Комлевые фигуры не действуют в одиночку. У каждой из них есть своя “команда” из фигур того же цвета, которые ей помогают; при этом есть и неприятельская “команда” из фигур противоположного цвета, которые ей мешают. Совокупность комлевой фигуры – этих двух фигурных команд разного цвета образует зону игры.*” (стр.34). Четвертый уровень включает МО – математическое отображение, включающее несколько зон, которое представляется как дерево целесообразных действий, в пределах которого строится дерево перебора вариантов.

Наконец, под структурой “вглубь” я понимаю образование иерархии программ. Наряду с программой первого рода, т.е. программой, в которой указываются что, из чего, как, чем, когда и где должно быть сделано, необходимо иметь программу второго рода – функционирующую (performance), по определению Simon, Н., 1975, р.80, программу, которая определяет первую. Необходимо иметь программы высших родов, которые на основе опыта игры и знаний о решении аналогичных задач, улучшают программы низших родов и в конечном счете программу первого рода.

Процесс. Процесс игры может осуществляться разными классами методов: они в свою очередь делятся на виды и т.п. Это может быть представлено следующим образом:

Таблица 1. Иерархия процессов*

		Реактивные		Поисковые	
		мало объектов	много объектов		
с данной целью	Мало параметров	“рефлекс”	“образ”		
	много параметров	“инстинкт”	“стереотип”		
искомой целью	Мало параметров				
	много параметров				

В последующем изложении я подробнее разберу все эти методы шахматной игры.

История: необходимо иметь информацию о прошлом опыте как собственной игры, так и игры противников для того, чтобы выявить стиль игры (атакующий–защитный), предположительные повторения в игре, ценность позиционных параметров и т.п.

Еще раз повторю, что в любом алгоритме как бы не формулировались в нем функция, конечный продукт, структура, процесс и история, указанные требования должны быть удовлетворены. Многообразие алгоритмов шахматной игры связано со спецификацией этих общих правил, нахождением конкретных путей их представления в зависимости от условий. В принципе этих путей может быть два: имплицитный и эксплицитный. При имплицитном подходе все эти требования будут скрыты в прошлом опыте, который для будущих действий будет представлен в виде конкретных независимых рекомендаций. При эксплицитном

подходе все эти требования явным образом будут представлены при самой формулировке отдельных задач.

Имплицитные и эксплицитные подходы к построению неточной игры, соответственно могут базироваться на реактивном или поисковом принципе отбора вариантов; естественно, что эти принципы могут комбинироваться между собой.

Под реактивным я буду понимать такой принцип отбора вариантов, при котором участник игры неизменно, без перебора реагирует на сложившуюся ситуацию; “вход” однозначно определяет “выход”. Другими словами, при реактивном подходе исходное состояние диктует выбор известной из опыта функции, которая трансформирует его в новое состояние. Под поисковым я буду понимать принцип отбора вариантов, при котором участник должен сформулировать задачу нахождения лучшего хода и организовать его поиск путем перебора вариантов. Каждый из этих принципов применим к классу методов.

2. Реактивные методы отбора.

Среди реактивных методов можно различать рефлексы, образы, инстинкты, стереотипы. Такого рода классификация реактивных методов более чем условна и к тому же не всегда строго соответствует принятому употреблению этих терминов. Но мне кажется, что есть известная корреляция между принятым употреблением данных терминов и предлагаемым. Допустимость этого утверждения возможно станет несколько убедительнее для читателя после того как он из таблицы + увидит генезис предлагаемых мной терминов.

Таблица 2. Классификация реактивных методов игры

Число параметров	Число объектов		
		один	много
	один	рефлекс	инстинкт
много	образ	стереотип	

Поясним эти термины применительно к биологическим системам откуда они взяты. Так, под рефлексами можно понимать метод реагирования (отдергивание руки) на один объект (печь) и на один параметр (горячо). Инстинкт может относиться к реагированию (схватить корм) на множество объектов (различных животных) по

одному параметру (цвет клюва). Под образом можно понимать метод реагирования (убегать) на один объект (движущееся тело) с большим числом параметров, которые требуется интегрировать (враждебно). Стереотип можно выделить как способ реагирования (танец пчел) на множество объектов (новая среда, в которой производилось реконсценировка ситуации) по многим параметрам (наличие кормовых ингредиентов, температура и т.п.).

Теперь покажем, каким шахматным методам игры соответствуют данные реактивные методы. Так рефлекс напоминает рекомендацию начинающему игроку в начале игры делать ход e2-e4. Инстинкт напоминает ситуацию, когда имеющиеся на доске фигуры идентифицируются только по одному параметру – своим координатам, с тем, чтобы использовать эту информацию для повторения из данной позиции ходов, оказавшихся успешными в предыдущих играх. Образ напоминает метод реагирования на предстоящую атаку данной фигуры противника, выявленной по нескольким ее параметрам – ее близостью к собственным фигурам, числом ходов, которые делались подряд данной фигурой и др. Наконец, стереотип может быть отнесен к рекомендации не создавать среди множества пешек отсталую пешку, поскольку она плоха по нескольким параметрам, в т.ч. бьется пешкой противника, дает возможность противнику поставить на место фигуру, защищенную его пешкой.

*see p124 пешка противника собственная пешка собственная отсталая пешка

В шахматной игре используются все перечисленные методы реактивного отбора. При программировании шахмат их часто именуют эвристиками. Эвристики являются такого рода реактивными вставками в алгоритм на основе опыта, но без доказательства, что эти вставки обязательно приведут к оптимальному решению.

Эвристики используются как начинающими игроками, так и весьма зрелыми. Конечно, уровень сложности эвристик будет разным.

Шахматный новичок, освоив формулировку игры, играет случайно. Однако способный игрок, после определенного опыта, сам начинает замечать, что существуют ходы, которые плохи и которые хороши. В шахматной теории осмысливаются эти ходы и рекомендуются начинающему игроку. Таким образом, первые шаги по упорядочению игры новичка начинаются с рекомендаций какие ходы предпочтительнее делать, но прежде всего какие ходы не надо делать. Эти рекомендации носят по преимуществу характер рефлексов. Так очевидно новичку

сразу же рекомендуют не подставлять свою фигуру под бой, точнее “не зевать”, не рекомендуют, в особенности в начале игры ходить одной и той же фигурой несколько раз подряд и т.п. Также даются и положительные рекомендации – как-то в начале ходить центральными пешками, чтобы развить фигуры.

На следующей ступени обучения, по-видимому, существенным становятся рекомендации типа инстинкта. Это означает ознакомление игрока с ранее сыгранными партиями и рекомендацией ему использовать их в случае, если на доске сложилась аналогичная ситуация. В принципе такой подход вообще кажется привлекательным для составления шахматной программы. Это означало бы, следуя К.Шеннону, иметь “словарь” всех возможных позиций шахматных фигур. Для каждой возможной позиции в нем имеется запись, указывающая корректный ход – в частности, вычисленный каким-то образом или предложенный шахматным мастером. Когда для машины наступает очередь хода, она просто смотрит на позицию и делает указанный ход. Число возможных позиций общего порядка $64!/32!8!2!6$, или примерно 10^{43} естественно делает такого рода предложение недопустимым. /стр. 260/.

Очевидно, что в ряде случаев могут построены алгоритмы, которые сохраняют в памяти прошлый опыт, когда из данной позиции был достигнут эффективный результат. Этот опыт особенно хранят профессиональные шахматисты и по крайней мере он в равной степени может быть заложен и в машинные алгоритмы. – См. Chess Skill in Man and Machine, 1988. Но если учесть множество исходных шахматных позиций и неизведанность результатов движения от них, то трудно свести игру только к запоминанию лучшего хода в зависимости от данной позиции. Если даже хранить опыт прошлого, то нет гарантии, что лучший ход не может сменен наилучшим, исходя из общих соображений, что лучшее враг хорошего. Поэтому естественно возникает стремление найти класс позиций, различия между которыми столь малы, что показавший хороший результат ход движения игры от данной позиции может быть использован и для любой вариации, входящей в этот класс. Однако определение критериев, согласно которым позицию можно включить в данный класс, весьма сложны. Данная проблематика хорошо известна в психологии в связи с проблемой гештальтов, равно как и в области искусственного интеллекта в связи с распознаванием образов.

По-видимому, по мере дальнейшего обучения игрока он овладевает образами и стереотипами, примеры которых я уже выше приводил.

Число всевозможных эвристик по мере развития шахматиста может увеличиваться. При этом некоторые рекомендации верны лишь для новичков, для зрелых игроков эти рекомендации пересматриваются. Так, из теории шахмат известно, что ходить вначале центральными пешками может быть не лучшей рекомендацией; открытие игры на флангах может оказаться куда более эффективным. Но это уже требует большей зрелости от игрока.

Я специально хотел разделить рекомендации для новичков, противоречащие рекомендациям для зрелых игроков, чтобы сосредоточиться на весьма принципиальном вопросе, связанном вообще с противоречивостью самих эвристик. Можно полагать, что эвристики даны как независимые утверждения. Предполагается, что эти утверждения всегда верны. Некоторые эвристики этому полностью удовлетворяют; как то “не зевай” свою фигуру. Между тем во многих случаях эвристики могут быть лишь статистически верны. Это значит, что найдутся конкретные условия, при которых данная эвристика неприменима. Так, к примеру, эвристическое правило, не рекомендуемое сдвигать пешки, может оказаться неверным в условиях, когда выгодно использовать открывшуюся вертикаль для продвижения тяжелых фигур. Более того, различные эвристики могут противоречить друг другу и их нельзя рассматривать в конкретной ситуации независимо друг от друга.¹

“Как, например, – вопрошают создатели одного из шахматных алгоритмов, Адельсон–Вельский, Г., 1983, – совместить эвстику “не трогай пешечного прикрытия своей рокировки” с естественной потребностью отогнать назойливые фигуры противника и эвристическими советом “не забудь открыть во время “форточку” для короля””. (стр.70).

Эти противоречия, как отмечают Адельсон–Вельский, Г., 1984, не редкость.

“Многие эвристики шахматистов формально противоречат друг другу, – пишут авторы того же шахматного алгоритма, – поэтому надо создавать эвристические же системы определения актуальности таких эвристик и выбора из них “по месту” – в зависимости от характера позиции. В этом направлении пока сделаны только первые шаги.” (стр.70).

¹ Данная ситуация напоминает положение с пословицами и поговорками. В каждой из них сосредоточена мудрость поколений, их многовековой опыт. Между тем трудность в использовании пословиц и поговорок заключается прежде всего в их безусловной ценности и отсюда возможной их противоречивости. Так, к примеру, поговорка “Одна голова хороша, две лучше” имеет противоречащую ей поговорку “Семеро нянек – дитя без глаза”. Для пользования пословицами и поговорками необходимо либо выяснить условия, при которых они адекватны, или установить приоритеты между ними, если они противоречат друг другу в одной и той же ситуации.

Общей причиной такого положения с отдельными эвристиками является то, что и в целом существующая шахматная теория не есть единая концепция, а свод эвристик. (См. Адельсон-Вельский, Г., 1984, стр.60.)

С общеметодологической точки зрения сказанное означает, что рекомендации-эвристики, закладываемые в шахматные алгоритмы, не представляют собой систему; они скорее агрегат, состоящий из независимых рекомендаций.

Таким образом, ценность независимых эвристик входящих в агрегат прежде всего в том, что статистически они верны; они имеют, по-видимому, ценность и вне зависимости от конкретных ситуаций. В конкретных ситуациях, где в силу противоречивости эвристик для них устанавливаются соответствующие конкретные приоритеты, все равно существует еще некоторый “остаток” в ценности каждой из эвристик. Этот “остаток” может сказаться в неопределенном будущем и теперь нам неясен. Это означает, что хотя в конкретных ситуациях могут быть апостериорно выработаны приоритеты эвристикам в соответствии с целью данной ситуации, следует по возможности избегать ситуаций, в которых могут возникнуть противоречия в эвристиках. Если эти противоречия нельзя избежать и приходится их разрешать с помощью приоритетов, то надо помнить об “остатке”.

Можно, по-видимому, из общих соображений сказать, что началу многих процессов сопутствует агрегатно построенные механизмы и даже с растущим в них числом элементов. Лишь в последующем, когда удастся установить отношения между элементами агрегата, последний превращается в систему. Вместе с тем создание развитых систем в принципе не отменяет агрегаты; они могут использоваться там наряду с подсистемами –которые как и системы упорядочены–. Лишь в пределе –и то в определенных условиях– алгоритм становится полностью свободным от агрегатов.

3. Поисковые решения.

В начале рассмотрим различные типы оптимизирующих алгоритмов, чтобы в последующем при решении неточных задач не только использовать их структуру, но и находить разумные приближения к ним. В предельном случае, когда какая то часть общего неточного алгоритма может быть сведена к точной задаче, то данные методы могут даже полностью использоваться.

Создание оптимизирующего алгоритма может в принципе идти тремя путями. Первый из них связан с представлением всей игры в виде системы уравнений (неравенств) и нахождением значений переменных, которые соответствуют оптимальному значению целевой функции. Но представить в целом шахматную игру в виде одной системы уравнений (неравенств), связывающих ее конечную цель и начальные условия, задача практически неразрешимая.

Второй путь решения оптимизационных задач связан, как замечает Simon, H., 1983, *“с замещением действительного пространства всей задачи существенно меньшим пространством, которое аппроксимирует действительное пространство в некоем разумном смысле и затем применяет классическую теорию к этому меньшему аппроксимированному пространству.”* (стр.412). Это означает, что решение задачи типа шахматной требует ее разбиения на последовательность элементарных частей и поиск таких оптимальных локальных задач для каждой части, решение которых обеспечило бы глобальный оптимум в целом. Основная идея решения такого рода задач заключается в следующем. Определенная локальная задача, с одной стороны, предполагает наличие степеней свободы, возможность выбора в рамках имеющихся у них методов преобразования входов в выходы, а с другой, – она не может связать этот выбор непосредственно с конечной, глобальной целью всей задачи (кроме конечной локальной задачи) также неизвестны для данной локальной задачи (кроме начальной) ее ограничивающие условия, которые будут созданы в ходе решения предыдущей локальной задачи. Таким образом для формирования произвольной локальной задачи требуется прежде всего опосредственная информация, которая позволит сформулировать ее локальный критерий оптимальности, обеспечивающий движение к глобальному оптимуму по системе. Эти требования должны быть выражены в весьма конденсированном виде, чтобы сделать локальную задачу обозримой и решаемой соответствующим оператором.

Методы решения такого рода задач известны как методы типа динамического программирования (в равной мере сказанное относится и к принципу максимума Понтрягина). Согласно этим методам надо начинать процедуру поиска оптимума с конца игры и постепенно в рекурсивной процедуре прийти в конечном счете к исходным, начальным условиям. Такого рода процедура дает гарантию, что найденное локальное решение явным образом является оптимальным для “будущего”, поскольку процесс организован как “попятное движение” от “будущего” к “настоящему”. Однако общая лимитированность методов динамического

программирования малым числом переменных не позволяет использовать эту процедуру как общую.

Определенные поисковые методы решения неточных задач во многом напоминают методы динамического программирования; то же последовательное пошаговое решение локальных задач с соответствующим критерием оценки эффективности достигаемой позиции и ограничениями, полученными от решения задач на предыдущем шаге. Принципиальная разница этих поисковых методов от динамического программирования заключается в том, что процесс движения организуется от “настоящего” к “будущему”. Отсюда трудности получения гарантии, что решение локальной задачи обеспечит в будущем, точнее в конце игры желательный результат. Эта проблема широко известна в литературе по шахматным программам как проблема горизонта, и я еще к ней вернусь.

Наконец, я хотел бы обратить внимание на возможность построения так называемых декомпозиционных оптимальностных методов. Их принципиальное отличие от методов динамического программирования заключается прежде всего в том, что каждая локальная задача в принципе может включать в себя сублокальные задачи, те в свою очередь субсублокальные задачи и т.д. Такого рода иерархия задач позволяет кардинально реконструировать решение задачи; ввести принцип параллельности решения локальных задач данного уровня, оставив последовательность для организации взаимодействия локальных задач разных уровней. Локальная задача, в силу невозможности для ее оператора переработать всю информацию о требованиях и возможностях целого, потребует от координирующей системы конденсированной информации для того, чтобы сформулировать свой локальный критерий оптимальности; последний направит ее к достижению оптимума по системе в целом. Вместе с тем “координирующая система” в силу ограниченных возможностей своих операторов преобразования перерабатывать информацию о всех внутренних возможностях локальных задач, потребует от них конденсированной информации об их возможных решениях, т.е. “координирующая система” будет получать от локальных задач информацию об их предложениях без прямого знания внутренних возможностей отдельных локальных задач.¹

¹ Методы такой координации могут быть разные. При горизонтальных методах каждая отдельная локальная задача получает внешнюю конденсированную информацию от “соседних” локальных задач. При вертикальных методах эта информация приходит из центра, который ее производит на основе определенной конденсированной информации, получаемой как от локальных задач, так и от конечной

В неточных шахматных алгоритмах идея иерархии локальных задач будет широко использоваться. Однако в отличие от декомпозиционных оптимальностных методов здесь иерархия не обеспечивает параллелизма. Иерархия больше возникает как результат целесообразности выделения в последовательном процессе некоторой промежуточной цели для совокупности сублокальных задач, которые в свою очередь также организованы последовательно. Иерархия также используется для членения последовательного процесса игры с целью классификации разных особенностей игры – см. об этом ниже, при анализе этапов игры!. Судя по беглому описанию шахматной программы Хайтех (*Philadelphia Inquirer*, 1987) ее построение учитывает по существу декомпозиционность, однако ограниченную одним ходом. На каждом ходе параллельно каждая клетка, на которой может появиться фигура, сообщает о своих предложениях “координатору” о лучшем действии среди множества действий, которые могут привести к появлению на ее “территории” фигуры. Нет ясности как производится оценка действия; являются ли эти оценки постоянными или “координатор” их меняет от хода к ходу, как это имеет место в декомпозиционных оптимальностных методах.

Последующее изложение поисковых путей построения “неточного” алгоритма шахматной игры будет опираться на широко распространенные шахматные программы с явной последовательностью локальных задач. Если в них и используется декомпозиционный иерархический принцип, то он сопровождается последовательным анализом проблемы. Уже только учет одного обстоятельства, а именно многошаговости процесса (даже при сохранении последовательности) сразу же приводит к ответу на вопрос “Должна ли локальная задача быть унифицированной для всех ходов или она должна варьироваться.” Да, шахматная игра демонстрирует возможность варьирования формы локальной задачи, используемой в ходе решения общей задачи. Варьирование формы локальной задачи целесообразно, так как повышает эффективность ее решения. Вместе с тем все это усложняет процедуру решения общей задачи. Построение гетерогенного алгоритма взамен гомогенного, унифицированного, т.е. включающего однотипные локальные задачи, предъявляет дополнительные требования к нахождению особенностей локальных задач и обеспечения их последующего интегрирования, синтеза в едином алгоритме.

цели задачи и общих ограничивающих условий.

Какими бы ни были локальные задачи при их построении нельзя избежать общего вопроса о значимости достигаемой позиции для последующей игры.¹

Поэтому анализ структуры позиции должен исходить из требования найти такие параметры и их оценки, которые позволили бы выразить в ценности позиции ее возможности быть интегрированной с игрой как целым. Назовем поэтому параметры, определяющими оценку позиции интегрирующими параметрами. В последующей главе мы их подробнее рассмотрим.

¹ Как замечает Simon, H., 1983, "Проблема, перед которой стоит шахматный игрок, который должен делать ход, может быть интерпретирована в одном из двух путей. Во-первых, она может быть интерпретирована как проблема найти хорошую =или лучшую! стратегию- "стратегия" при этом понимается как условная последовательность ходов, определяющая какой ход будет сделан на каждой последующей стадии после каждого возможного ответа противника.

Во-вторых, проблема может быть интерпретирована как нахождение множества приемлимых оценок для альтернативных ходов, которые игрок может немедленно осуществить.

С классической точки зрения эти две проблемы не различимы. Если игрок имеет неограниченную вычислительную мощь, то не имеет значения выбирает ли он полную стратегию для своей последующей игры, или он выбирает в данный момент каждый из своих ходов, если ему нужно делать ход. Путь, по которому он идет на оценку следующего хода, это формирование полных стратегий для всей будущей игры и выбора среди них той, которая обещает больший эффект." (стр.165).