

ПРОГНОЗ И КОНТРОЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕШЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ОЦЕНОК УВЕРЕННОСТИ В НИХ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В.М. Шендяпин

Институт психологии РАН

Россия, 129366, Москва, Ярославская ул., 13

E-mail: valshend@yandex.ru

И.Г. Скотникова

Институт психологии РАН

Россия, 129366, Москва, Ярославская ул., 13

E-mail: skotnikovaig@ipran.ru

Ключевые слова: принятие решений, уверенность, математическая модель, эффективность.

Аннотация Показана способность человека контролировать эффективность своих решений в ситуациях неопределенности с помощью оценок уверенности в их эффективности, что важно для профессий, требующих принятия ответственных и срочных решений. Охарактеризованы возможности корректировать типичные искажения субъективных оценок уверенности в правильности решений (их завышение либо занижение по отношению к реальной правильности). Это теоретически обосновано в разработанной в русле байесовской парадигмы вероятностного прогнозирования математической модели принятия решения и уверенности в нем и экспериментально подтверждено в работах авторов, согласующихся с другими исследованиями. В модели впервые содержательно раскрыта и аналитически описана использованная в прежних моделях лишь эвристически решающая переменная свидетельства (на которой базируется уверенность) в пользу выбираемой альтернативы решения.

1. Введение

В современном мире резко возросли психологические нагрузки на человека в связи с необходимостью принимать ответственные решения в типичных ситуациях неопределенности, вызванной недостаточностью, либо избыточностью, либо неточностью входной информации, особенно при дефиците времени. Поэтому механизм восприятия и принятия решений часто не может основываться на точных логических суждениях, и человек вынужден действовать, опираясь на вероятностные прогнозы по опыту принятия похожих решений в прошлом, субъективно переживаемом как *уверенность*. Действия в условиях неопределенности (когда неизбежны ошибки) создают для человека ситуацию риска и стресса, преодолеть который можно с помощью уверенности, т.е. приняв себя и свои действия как правильные и адекватные (Ромек, 1996; Скотникова, 2019) и опираясь на

информационные свидетельства в пользу эффективности вариантов решения, получаемые из своего либо чужого опыта (Шендяпин, 2018).

Уверенность/сомнения субъекта — одна из трех основных характеристик принятия решений наряду с его правильностью/ошибочностью и временем (Luce, 1986). Изучение этих характеристик направлено на выяснение психологических механизмов ошибок в решениях.

2. Очерк математической модели принятия решений и уверенности

Понятие свидетельства эвристически введено в динамических моделях принятия решения и уверенности в восприятии, построенных по схеме «случайных блужданий», и используется в том числе в «диффузных» моделях (см. Шендяпин, Скотникова, 2015; Скотникова, 2021). Однако, в этих моделях не обсуждалось содержание и формирование свидетельств. Это раскрыла и показала возможность контроля эффективности решений с помощью свидетельства наша математическая модель принятия решений и уверенности на примере типичных ситуаций неопределенности: сенсорно-перцептивных задач порогового типа по различению сходных объектов (Шендяпин и др., 2010, 2015).

Кратко приведем основные положения модели, относящиеся к теме настоящего сообщения. Кратко приведем основные положения модели, относящиеся к теме настоящего сообщения. Как другие модели принятия решений при восприятии (см. напр., Kersten, Yuille, 2003), в том числе модели «предсказательного кодирования» (Marino, 2019), наша модель основана на байесовской парадигме вероятностного прогнозирования, и в качестве решающей переменной также использует *свидетельство* в пользу выбираемой альтернативы решения. Но в ней впервые получено строгое аналитическое описание свидетельства $\Psi(\mathbf{x})$, на основе которого формируется уверенность субъекта и принимается решение путем сравнения $\Psi(\mathbf{x})$ с критерием $\Psi_{cr.}$, определяемым выгодами при верных решениях, потерями при ошибках и затратами субъекта. $\Psi(\mathbf{x})$ интегрирует информацию о различии сравниваемых объектов по всем их признакам: x_1, x_2, \dots, x_n в одно информационное свидетельство в пользу выбора объекта A , а не B :

$$\Psi_A(\mathbf{x}) = \ln \{ [P(A)f(\mathbf{x}|A)] / [P(B)f(\mathbf{x}|B)] \} = A_A + L_A(\mathbf{x}) = A_A + L_A(x_1) + L_A(x_2) + \dots + L_A(x_n),$$

где $P(A), P(B)$ — накопленные в опыте оценки вероятностей появления объектов A и B , $f(\mathbf{x}|A), f(\mathbf{x}|B)$ — оценки плотностей распределений условных вероятностей полученных в наблюдении значений признаков: $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ этих объектов, $A_A = \ln[P(A) / P(B)]$ — априорное свидетельство в пользу объекта A , $L_A(\mathbf{x}) = \ln[f(\mathbf{x}|A) / f(\mathbf{x}|B)]$ — апостериорное свидетельство в пользу объекта A .

Апостериорные вероятности появления объектов A и B :

$$P[A|\Psi_A(\mathbf{x})] = 0.5 \{ 1 + th[\Psi_A(\mathbf{x})/2] \}; P[B|\Psi_A(\mathbf{x})] = 0.5 \{ 1 - th[\Psi_A(\mathbf{x})/2] \},$$

где функция $th(x)$ — гиперболический тангенс. $\Psi(\mathbf{x})$ позволяет оценивать вероятности правильности и средние полезности решений наблюдателя, растущие с ростом $\Psi(\mathbf{x})$ по закону гиперболического тангенса.

Уверенность (C) в решении описывается расстоянием между значением свидетельства и критерием выбора ответа ($C = \Psi_A(\mathbf{x}) - \Psi_{cr.}$). Ее уровень определяется как вероятностью правильности решений либо их ожидаемой средней полезностью, так и полезностью при наименьших затратах, что наиболее важно. Уверенность — не только состояние человека в ходе действий при неопределенности, она служит *субъективным индикатором того, какую альтернативу выбрать, на основе оценки эффективности сравниваемых альтернатив, а также служит средством контроля*

принимаемых решений и оценки уже принятых (Шендяпин, 2018). Это впервые математически обоснованное определение уверенности, указывающее на ее функции, и в силу этого оно является операциональным, более содержательным и строгим, в сравнение с приведенным выше описательным определением уверенности как принятия себя и своих действий правильными и адекватными.

В модели впервые выделены *три вида эффективности решений в трех усложняющихся задачах*:

1. Выбор наиболее правильного решения: критерий $\Psi_{cr.} = 0$, $C = \Psi_A(\mathbf{x}) = L_A + L_A(\mathbf{x})$;
2. Выбор наиболее полезного решения: $\Psi_{cr.} = \ln [(v_{Bb} - v_{Ba}) / (v_{Aa} - v_{Ab})]$, где v — выгоды при верных решениях и потери при ошибочных, a — выбор объекта A , b — выбор объекта B ;
3. Выбор наиболее успешного решения, т.е. наиболее полезного при наименьших затратах: при больших потерях в случаях ошибок ($v_{Ab}, v_{Ba} > v_{Aa}, v_{Bb}$) единый критерий $\Psi_{cr.}$ разбивается на два с зоной сомнений между ними, и наблюдатель становится осторожным:

$$\Psi_{cr.a} = \ln [(-v_{Ba}) / v_{Aa}], \Psi_{cr.b} = \ln [v_{Bb} / (-v_{Ab})], \Psi_{cr.b} < \Psi_{cr.a}.$$

Т.е. если свидетельство попадает в интервал между критериями, то наблюдатель должен выносить неопределенный ответ «не знаю», т.к. средняя полезность обоих ответов отрицательна и любой определенный ответ не будет успешным. Поэтому при сомнениях оптимальная стратегия — не принимать сразу конкретное решение, а взять паузу и собрать дополнительные свидетельства более высокого когнитивного либо авторитетного уровня.

Свидетельство — это неосознаваемая переменная, промежуточная между входной информацией и принятием решений. Реально же человек переживает степень уверенности в будущем решении, которую осознает при требовании ее оценить. Конструктивное описание понятия свидетельства позволило обосновать структуру принятия решений в восприятии: а) получение наблюдателем *априорного частотного свидетельства* $\ln(\lambda)$ о вероятностях появления воспринимаемых объектов; б) получение вектора \mathbf{x} ; сенсорного впечатления о наблюдаемом объекте на i -ом микроинтервале наблюдения; в) преобразование его в *апостериорное сенсорное свидетельство* $\ln[l(\mathbf{x}_i)]$; г) суммирование априорного и апостериорного свидетельств в *интегральное свидетельство* $\Psi(\mathbf{x})$; д) сравнение текущего значения $\Psi(\mathbf{x})$ с критерием принятия решения $\Psi_{cr.}$ и *переживание в виде уверенности превышения свидетельства $\Psi(\mathbf{x})$ над критерием $\Psi_{cr.}$* ; е) принятие решения и ответ наблюдателя.

3. Экспериментальные исследования коррекции правильности решений и оценок уверенности

В модели получены теоретические зависимости доли правильных решений среди всех уверенных (правильных и ошибочных) от величины штрафа за ошибки. Если штраф превышает премию за правильный ответ, число уверенных ответов сокращается (за счет того, что человек использует кроме дихотомических ответов (да, нет; >, <, =, ≠) неопределенный ответ: «сомневаюсь», «не знаю»), но доля правильных ответов среди уверенных растет. Это подтверждено экспериментально в основных типах задач различения «>, <» и «=, ≠» для пространственных и временных зрительных стимулов, симультанных и сукцессивных соответственно. Кроме того, установлено, что рефлексивные, а также осторожные лица чаще отвечают «сомневаюсь», и потому более повышают правильность ответов, чем импульсивные и рискующие (Шендяпин и др., 2010; Шендяпин, Скотникова, 2015). Поэтому поведение рефлексивных и осторожных

ближе к поведению идеального наблюдателя, описываемого моделью как эталонное, к которому должен стремиться реальный наблюдатель.

Возможно корректировать типичные искажения субъективных оценок уверенности в правильности решений (их завышение либо занижение по отношению к реальной правильности). Это важно для принятия решения врачами (напр., рентгенологами), операторами технических систем, военачальниками и другими руководителями, экспертами и т.п., в деятельности которых такие искажения могут вызвать ошибки в диагнозе и выборе лечения, управленческих и оценочных действиях. Распространенная (особенно в российских выборках; Скотникова, 2019) сверхуверенность в решениях ведет к переоценке людьми своих возможностей, ресурсов и к недооценке рисков решений, что опасно в ответственных действиях.

Согласно модели, при обучении испытуемых с помощью обратной связи о результатах их решений и оценках уверенности, они будут более рационально выбирать критерии решения, и их ответы и оценки уверенности станут адекватнее. Это проявилось при обучении по обратной связи различать почерки и рисунки: у 7–8 из 12-ти испытуемых адекватность уверенности относительно правильности улучшилась на порядок (Лихтенштейн и др., 2005), а у всех наших 10-ти испытуемых при зрительном различении временных интервалов она улучшилась почти на два порядка за счет сообщения им в обратной связи не только интегральных показателей уверенности и правильности (там же), но также доли верных ответов среди уверенных и числа использований каждой категории уверенности (в экспериментах испытуемые вторым ответом в каждой пробе оценивали свою уверенность в правильности первого основного ответа; Скотникова и др., 2013). Ответы испытуемых о своей низкой уверенности (использование нижних категорий уверенности) в правильности основных ответов на сенсорные (там же) и когнитивные (Lichtenstein, Fischhoff, 1980) задания динамичнее реагировали на обратную связь и штрафы за ошибки, чем ответы о высокой уверенности (использование верхних категорий уверенности). Т.е. под влиянием обратной связи испытуемые стали чаще сомневаться в правильности своих основных ответов, внимательнее и осторожнее выносить оценки уверенности. Таким образом, введенные нами на основе модели показатели уверенности, с целью обратной связи о ее оценках, послужили эффективным операциональным средством коррекции этих оценок и могут применяться при тренингах руководителей использовать самооценки уверенности в эффективности своих решений в условиях дефицита времени и точной информации. С моделью согласуются также данные о корректировке очередного перцептивного решения, выносимого в сжатые сроки, на основе уверенности в предыдущем решении (van den Berg et al., 2016). Тренинги уверенности в себе развивают настойчивость, устойчивость к критике, манипуляциям, конфликтам (Смит, 2002), чувство собственной ценности в межличностных отношениях (Ромек, 2003).

4. Заключение

Наши материалы указывают на возможность оценивать субъективную эффективность решений (проявляющуюся в уверенности) в целях устранения ее несоответствия объективной их эффективности. Повысить эффективность решений при высоких рисках ошибок можно, если при сомнениях не сразу принимать конкретное решение, а взять паузу и собрать дополнительные свидетельства более высокого когнитивного либо авторитетного уровня в пользу сравниваемых вариантов решения. Механизм самоконтроля качества решений с помощью уверенности в их эффективности достаточно универсален для оптимизации действий, после которых

возможна обратная связь об их успешности. Это имеет прикладное значение для профотбора и профобучения лиц, часто принимающих оперативные решения при неопределенности, а также для создания технических устройств с элементами встроенного искусственного интеллекта (в том числе роботов), служащего для адаптивного функционирования этих устройств в меняющихся условиях задач, требующих принятия решений.

Список литературы

- Лихтенштейн С., Фишхофф Б., Филлипс Л.Д. Калибровка вероятностей: положение дел к 1980 г. // Канеман Д., Словик П., Тверски А. Принятие решений в неопределенности. Харьков: Гуманитарный центр, 2005. С. 351-382.
- Ромек В.Г. Понятие уверенности в себе в современной социальной психологии // Психологический вестник. Вып. 1. Ч. 2. Ростов-на Дону: Изд-во РГУ, 1996. С. 132-146.
- Ромек В.Г. Тренинг уверенности в межличностных отношениях. СПб.: Речь, 2003.
- Скотникова И.Г. Понятие и изучение уверенности в психологии // Разработка понятий в современной психологии / Под ред. А.Л. Журавлева, Е.А. Сергиенко. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2019. Т. 2 С. 116-152.
- Скотникова И.Г. Принятие решения — ключевое звено психической деятельности // Разработка понятий в современной психологии / Под ред. А.Л. Журавлева, Е.А. Сергиенко, Н.Е. Харламенковой, Г.А. Виленской. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2021. Т. 3. С. 162-200.
- Скотникова И.Г., Шендяпин В.М., Степанова А.И. Значение обратной связи для коррекции оценок уверенности // Человек, субъект, личность в современной психологии. Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию А.В. Брушлинского / Отв. ред. А.Л. Журавлев, Е.А. Сергиенко. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2013. Т. 2. С. 207 – 209.
- Смит М.Дж. Тренинг уверенности в себе. СПб.: Речь, 2002.
- Шендяпин В.М. В каких случаях руководитель может использовать уверенность для самооценки эффективности своих решений? // Образование личности. № 2. 2018. С. 71-76.
- Шендяпин В.М., Барабанщиков В.А., Скотникова И.Г. Уверенность в решении: моделирование и экспериментальная проверка // Экспериментальная психология. 2010. Т. 3. № 1. С. 30-57.
- Шендяпин В.М., Скотникова И.Г. Моделирование принятия решения и уверенности в сенсорных задачах. М: ИП РАН, 2015.
- van den Berg R., Zylberber A., Kiani R., Shadlen M.N. & Wolpert D.M. Confidence is the bridge between multi-stage decisions // Current Biology. 2016. Vol. 26. P. 3157-3168.
- Kersten D., Yuille A. Bayesian models of object perception // Current Opinion in Neurobiology. 2003. Vol. 13. P. 1-9.
- Lichtenstein S., Fishoff B. Training for calibration // Organizational Behavior & Human Performance, 1980. Vol. 26. P. 149-171.
- Luce D. Response Times. Their Role in Inferring Elementary Mental Organization. N.Y.: Oxford University Press, Clarendon Press. Oxford, 1986.
- Marino J. Predictive Coding, Variational Autoencoders, and Biological Connections // Real Neurons & Hidden Units Workshop. 2019. @ NeurIPS.