

Система поддержки принятия решений для волновых методов неразрушающего контроля зданий и сооружений

Болдырев И.А.¹, Свириденко Д.И.², Федин К.В.³, Рофе А.Р.¹, Гриценко А.А.¹

¹ Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,
Новосибирск, Россия,

² Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики,
Новосибирск, Россия,

³ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, Россия,

i.boldyrev@nsu.ru, dsviridenko47@gmail.com, fedin.konstantin@gmail.com,
a.rofe@nsu.ru, a.gritsenko3@g.nsu.ru

Известно, что в любом инженерном сооружении или здании распространение сейсмических колебаний приводит к формированию стоячих волн, частоты которых являются собственными для данного сооружения.

При возникновении дефектов в сооружении или в основании, при изменении напряженно-деформированного состояния формы собственных колебаний и собственные частоты меняются [1].

Для классификации и локализации аномальных зон в конструкции требуется применение систем поддержки принятия решений, опирающихся на логико-семантический подход [2, 3].

Система поддержки принятия решений (СППР) для определения состояния объекта будет ориентирована на сопровождение и поддержку принятия решений при автоматизированном решении задачи микросейсмической диагностики зданий и сооружений с использованием цифрового волнового двойника объекта (ЦВДО), базирующего на применении технологии искусственных нейронных сетей. Для формирования ЦВДО применяются модификаторы (дефекты), являющиеся причиной возникновения аномальных зон в конструкции.

Сразу же отметим, что речь пока будет идти о СППР, ориентированной на анализ и принятие решений, касающихся исключительно стандартных панельных зданий.

Специализированная инструментальная часть СППР, ответственная за генерацию и хранение обучающего DataSet (Датасет) для ЦВДО как совокупности моделей объектов с тем или иным модификатором, представлена в виде последовательности следующих преобразований:

Модель объекта + модификатор $\rightarrow$ расчетный модуль (РАСЧЕТ) $\rightarrow$ пара $\langle$ карта ожидаемых сейсмических волн (КОСМ), модификатор (М) $\rangle$ DataSet.

В данном случае СППР ответственна за передачу ЦВДО реальных измеренных данных об объекте в виде карты реальных стоячих волн (КРСВ). Здесь одной из центральных задач является задача корректности измерений. В общем случае алгоритм определения корректности измерений анализируемого объекта выглядит следующим образом. Входными данными для алгоритма будут:

1) карты первых мод по трем взаимно ортогональным компонентам (X, Y, Z), построенные на основе полевых наблюдений на объекте исследований;

2) координаты точек наблюдения и данные амплитуд по трем взаимно ортогональным компонентам (X, Y, Z) для каждой точки наблюдения;

3) карты первых мод по трем взаимно ортогональным компонентам (X, Y, Z), построенные на основе математического моделирования собственных колебаний объекта исследования (модельные данные).

Результатом же работы алгоритма будут:

1) карты реальных сейсмических данных, скорректированные путем исключения данных некорректных измерений в точках наблюдения;

2) выдача рекомендации по проведению повторных измерений в отбракованных точках.

Литература

1. Колесников Ю.И., Федин К.В. Применение пассивного метода стоячих волн в инженерной сейсмике: физическое моделирование и натурный эксперимент. Технологии сейсморазведки. 2016;2:83-91.

2. Гончаров С.С., Свириденко Д.И. Проблемы цифровизации и семантическое моделирование. Материалы XII мультиконференции по проблемам управления, 23-28 сентября 2019 г., Дивноморское, Геленджик. Том 1. С. 16-19.

3. Goncharov S.S., Sviridenko D.I. Recursive Terms in Semantic Programming. Siberian Mathematical Journal. 2018;59(6):1014-1023.

Decision support system for wave methods of non-destructive testing of buildings and structures

Boldyrev I.A.¹, Sviridenko D.I.², Fedin K.V.³, Rofo A.R.¹, Gritsenko A.A.¹

¹ Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

² Siberian State University of Telecommunications and Information Science, Novosibirsk, Russia

³ Institute of Petroleum-Gas Geology and Geophysics of SB RAS, Novosibirsk, Russia

i.boldyrev@nsu.ru, dsviridenko47@gmail.com, fedin.konstantin@gmail.com,

a.rofo@nsu.ru, a.gritsenko3@g.nsu.ru

It is known that in any engineering structure or building the propagation of seismic vibrations leads to the formation of standing waves, the frequencies of which are natural for the structure.

With the appearance of defects in the structure or in the base, with a change in the stress-strain state, the forms of natural vibrations and natural frequencies change [1].

The classification and localization of anomalous zones in the structure requires the use of decision support systems, based on the logical-semantic approach [2, 3].

Decision Support System (DSS), to determine the state of the object will be focused on support and decision-making support for automated solution of the problem of microseismic diagnostics of buildings and structures using digital wave twin object, based on the use of artificial neural network technology. The modifiers (defects), which are the cause of the anomalous zones in the structure, are used to form the digital wave twin object.

Immediately note that for the time being, we will be talking about the DSS, oriented to the analysis and decision making, concerning exclusively standard panel buildings.

The specialized instrumental part of the DSS, responsible for generation and storage of the training DataSet for the DSS as a set of object models with a particular modifier, is represented as a sequence of the following transformations:

Object model+modifier $\rightarrow$ calculation module $\rightarrow$ pair <map of expected seismic waves, modifier (M)> DataSet.

In this case, the DSS is responsible for transmitting the real digital wave twin object measured data about the object in the form of a real standing wave map. Here, one of the central tasks is the problem of measurement correctness. In the general case, the algorithm for determining the correctness of measurements of the analyzed object looks as follows. The input data for the algorithm will be:

(1) Maps of the first modes for the three mutually orthogonal components (X, Y, Z), constructed on the basis of field observations at the research object;

(2) Coordinates of observation points and amplitude data by three mutually orthogonal components (X, Y, Z) for each observation point;

(3) Maps of first modes on three mutually orthogonal components (X, Y, Z), constructed on the basis of mathematical modeling of natural vibrations of the research object (model data).

The result of the algorithm will be:

(1) Corrected maps of real seismic data, by excluding data of incorrect measurements at the observation points.

(2) Recommendation to repeat measurements at discarded points.

References

1. Kolesnikov Y.I., Fedin K.V. Application of passive standing wave method in engineering seismics: physical modelling and field experiment. *Seismic Survey Technologies*. 2016;2:83-91.

2. Goncharov S.S., Sviridenko D.I. Problems of digitalization and semantic modeling. *Proceedings of the XII multi-conference on management problems*, September 23-28, 2019, Divnomorskoye, Gelendzhik, Vol. 1, P. 16-19.

3. Goncharov S.S., Sviridenko D.I. Recursive Terms in Semantic Programming. *Siberian Mathematical Journal*. 2018;59(6):1014-1023.

建築物和結構物無損檢測波方法的決策支持系統

Boldyrev I.A.¹, Sviridenko D.I.², Fedin K.V.³, Rofe A.R.¹, Gritsenko A.A.¹

¹ NSU, Novosibirsk, Russia

² SibSUTIS, Novosibirsk, Russia

³ IPGG SB RAS, Novosibirsk, Russia

i.boldyrev@nsu.ru, dsviridenko47@gmail.com, fedin.konstantin@gmail.com,

a.rofe@nsu.ru, a.gritsenko3@g.nsu.ru

眾所周知，在任何工程結構或建築物中，地震振動的傳播導致駐波的形成，駐波的頻率對於該結構是自然的。

當結構或基礎出現缺陷時，當應力-應變狀態發生變化時，自然振動和自然頻率的形式發生變化 [1]。

結構中異常區域的分類和定位需要使用基於邏輯語義方法的決策支持系統 (DSS) [2, 3]。

用於確定對象狀態的決策支持系統 (DSS) 將重點支持和支持使用對像數字波雙胞胎 (CVDO)

自動解決建築物和結構微震診斷問題的決策制定，基於關於人工神經網絡技術的使用。改性劑（缺陷）用於形成 CVDO，這是結構中出現異常區域的原因。

我們立即注意到，目前我們將討論 DSS，重點關注專門針對標準面板建築的分析和決策。

DSS 的專用工具部分負責為 CVDO

生成和存儲訓練“數據集”（數據集）作為一組具有一個或另一個修飾符的對像模型，呈現為以下轉換的序列：

對像模型+修改器-->計算模塊 (CALCULATION) -->對<預期地震波圖 (COSM)，修改器 (M) >DataSet。

在這種情況下，DSS 負責以真實駐波 (RSW) 地圖的形式將關於物體的真實測量數據傳輸到 CVDO。

在這裡，中心任務之一是測量正確性問題。

在一般情況下，用於確定被分析對象的測量正確性的算法如下。該算法的輸入數據將是：

1) 三個相互正交分量 (X、Y、Z) 的第一模式圖，建立在研究對象的實地觀察的基礎上；

2) 每個觀測點的三個相互正交分量 (X, Y, Z) 的觀測點坐標和幅度數據；

3) 三個相互正交分量 (X、Y、Z) 的第一模式圖，建立在研究對象（模型數據）自然振動的數學模型的基礎上；

該算法的結果將是：

- 1) 修正了真實地震數據圖，消除了觀測點不正確測量的數據。
- 2) 發布關於在拒絕點重複測量的建議。

文學

1. Kolesnikov Y.I., Fedin K.V. Application of passive standing wave method in engineering seismics: physical modelling and field experiment. Seismic Survey Technologies. 2016;2:83-91.
2. Goncharov S.S., Sviridenko D.I. Problems of digitalization and semantic modeling. Proceedings of the XII multi-conference on management problems, September 23-28, 2019, Divnomorskoye, Gelendzhik, Vol. 1, P. 16-19.
3. Goncharov S.S., Sviridenko D.I. Recursive Terms in Semantic Programming. Siberian Mathematical Journal. 2018;59(6):1014-1023.

DOI 10.18699/sblai2023-09

Задачный подход к искусственному интеллекту и теория функциональных систем работы мозга

Витяев Е.Е.

Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия
vityaev@math.nsc.ru

Петр Кузьмич Анохин хотел распространить теорию функциональных систем (ТФС) на различные предметные области, считая принципы ТФС достаточно общими. Он был совершенно прав, поскольку точно сформулированные принципы работы функциональных систем подпадают под понятие «задача», и тогда ТФС является теорией решения, мозгом задач по удовлетворению потребностей в целенаправленном повелении. Важнейшим понятием ТФС является понятие акцептора результатов действия, которое в задачном подходе формулируется как критерий решенности задач. Задачный подход считает, что задача осмысленна тогда и только тогда, когда есть критерий решенности задачи, с помощью которого для каждого предъявляемого решения задачи можно определить, является ли оно решением задачи или нет.

Совместное формулирование запроса к задаче (вопроса, на который требуется получить ответ) к модели предметной области, к которой относится вопрос; критерия решенности задачи – действительно ли полученный ответ на вопрос/запрос является решением задачи или нет, а также метода вычисления ответа на запрос/вопрос, определяют смысл и содержание задачи.

Определение целенаправленного поведения в ТФС с информационной точки зрения можно рассматривать как решение мозгом задачи по удовлетворению некоторой потребности в данном окружении. Аналогом понятия задачи для целенаправленного поведения является понятие цели. Цель нельзя достичь, не имея критерия ее достижения, иначе всегда можно считать, что цель уже достигнута. При постановке цели критерием ее достижения является определяемый в ТФС акцептор результатов действия. Цель без акцептора результатов действия бессмысленна.

Понятие цели парадоксально – цель ничего не говорит о том, как ее достичь. Для того чтобы знать, как можно ее достичь, нужен опыт. Если нет никаких знаний и опыта, то поведение организуется методом проб и ошибок, который в данном случае является единственно возможным. Опыт складывается из полученных методом проб и ошибок случаев достижения цели. На основании полученного опыта выбирается один из способов достижения цели, который превосходит достижение цели и удовлетворит акцептор результатов действия. Эти превосхищения определяют также способы (последовательности действий), которыми можно достичь цели. Оценивая эмоциями различные способы достижения, принимается решение и выбирается один из них, который наиболее вероятно и с наименьшими затратами приведет к цели. Это осуществляется эмоциями на стадии принятия решений. Эмоции, в соответствии с информационной теорией эмоций П.В.