Методика за звукова диагностика

Георги Кръстев

Methodology for sound diagnosis: *The paper examines the spectral approach in diagnostics. It focuses on the methods for object diagnostic investigations and presents the experimental results showing the efficiency of the suggested approach.*

Key words: *diagnostics, spectral methods.*

ВЪВЕДЕНИЕ

За широкото практическо внедряване на акустическите методи при диагностиката на обекти е необходимо да се решат редица проблеми. На първо място може да се посочи липсата на необходимите сведения за съответствието между стойностите на параметрите на сигнала и неизправностите за различните обекти. Освен това няма достатъчно обосновани критерии за определяне на крайните допустими стойности на параметрите на сигнала, които да позволяват приемането на решение относно изправността или неизправността на отделните елементи. За тази цел трябва да бъдат проведени голям брой експериментални изследвания. При това могат да се използват два подхода: изкуствено въвеждане на неизправности или обучение на системата за диагностика в процеса на поддържането на обекта.

При разпознаването на диагностични състояния често се използва преобразуване на пространството на обектите по такъв начин, че да се намали вариантността им във всеки клас и да се увеличи разстоянието между класовете. При разпознаване въз основа на честотния метод се използва именно такова преобразуване: от координати амплитуда-време се преминава в координати енергия-честота. Това до известна степен определя математичния апарат на метода - преобразуванията на Фурие [1, 2, 3].

СПЕКТРАЛЕН ПОДХОД В ДИАГНОСТИКАТА

За всеки диагностичен клас съществува еталон-крива, който се представя в дадената равнина като съвкупност от безкраен брой точки. Всяка от тях може да бъде разгледана като признак. Ясно е, че за практическото решаване на задачата не могат да бъдат използвани безкраен брой признаци. Затова всеки еталон се представя чрез някои координати на спектралната характеристика или като вектор в z-мерно пространство. В това пространство на всеки клас принадлежи определена област, която няма общи точки с областите на другите класове. В най-добрия случай може да се счита, че еталонът е разположен в средата на областта, определяща съответния клас. За правилното разпознаване на неизправности е от съществено значение признаците да се подберат правилно. На първо място при подбора трябва да се отбелязва тяхната полярност, а на второ - техният брой. За процеса на разпознаването най-полезни признаци са тези, които са инвариантни към изменение на образа вътре в класа и по-рязко се изменят при прехода от един към друг. Целесъобразно е да се изследват признаците като система случайни величини от гледна точка на теорията на вероятностите. Можем да определим корелационните моменти k_{ijq} и k_{ij} където j е номерът на класа; i — номерът на признака; $q=1,2, ...; f(i)$ определя всички преобразувания на j-тия клас.

Корелационният момент k_{ijq} характеризира изменението на i-тия признак при изменението на изображението вътре в j-тия клас ($j=const, q\neq const$), а моментът k_{ij} — изменението на този признак при прехода на изображението от един клас в друг ($j\neq const$). Полезни признаци са тези, за които във всички класове е валидно неравенството

$$kijq << kij . \quad (1)$$

Може да се направи изводът, че точките-признаци от спектралната характеристика на неизправностите не трябва да се снемат през еднакъв честотен интервал, а могат да се съставят, съответно разделят, за определени интервали, които носят повече или по-малко информация. Този факт предполага едно пълно и подробно предварително анализиране на голям брой спектрални характеристики на всеки клас неизправности. Другият съществен момент при определяне на признаците се отнася до техния брой. От една страна, увеличаването му води до ясно разграничаване на класовете един от друг, а от друга - усложнява практическата реализация на блока за приемане на решения. При такива две противоречиви условия е необходимо да се намери оптималното решение.

След определяне на признаците на изследвания обект е необходимо те да се сравнят с тези на еталоните. Обектът се отнася към определен клас, в случай че сравняваните признаци съвпадат (съвпадение с известни допуски). Това е z-мерното пространство на признаците, което е равносилно на построяване на вектор, чийто връх попада в някоя област с център определен еталон. Съвпадането на признаците се свежда фактически до определяне мястото на върха на вектора в z-мерното пространство.

Разпознаването с помощта на вектори дава ясна представа за механизма на разпознаването, но за решаване на практическа задача, каквато е разгледаната, той е трудно приложим. Необходимо е да се въведе аналитичен критерий за разпознаване на неизправности, съобразен с техните особености.

Всеки еталон се описва с краен брой точки в равнината енергия-честота.

МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

За компютърното реализиране на метода е целесъобразно да се използва следният алгоритъм:

1. Въвежда се съвкупност от еталони, представляващи амплитудния спектър на типичните образи на основните видове акустични сигнали.

2. Еталонните образи се нормират по амплитуда, като за целта се използва хармоничната съставка от спектъра на всеки от еталоните, която има максимална амплитуда.

3. След статистическо обработване на еталоните се определя оптималното (в информационен смисъл) разположение на дискретните отчети в честотния интервал, в който е дефиниран полезният сигнал.

4. Въвежда се z-мерно пространство на признаците, в което се дефинират векторите на еталоните, всеки от които е съставен от z скаларни компонента.

5. Дефинират се областите на различните видове неизправности в z-мерното пространство на признаците. Областите се дефинират около изобразяващите вектори на еталоните с помощта на прагове $P_{i1}, P_{i2}, \ldots, P_{iz}$, където *i= 1, 2, . . . , n*. При определяне на праговете се изхожда от условието областите на различните видове шумове да не се пресичат.

6. След предварително обработване входният сигнал се подлага на честотен анализ и се получава амплитудният спектър на сигнала.

7. Спектърът на сигнала се нормира по амплитуда, като за целта се използва хармоничната съставка с максимална амплитуда.

8. За определените стойности на аргумента $(f = f_1, f_2, \ldots, f_z)$ се измерва стойността на хармоничните съставки. Получават се дискретни отчети, дефиниращи вектора на изследвания сигнал $\vec{X}_н$ в пространството на признаците:

$$X_н(S_{хн1}, S_{хн2}, \cdots, S_{хнz}),$$

където $S_{хнi} = S_{хн}(\varpi_i)$ за *i=1, 2, ..., z*.

9. За да се определи областта от z-мерното пространство на параметрите, към която се отнася изследваният шум, векторът на сигнала последователно се сравнява с векторите $\vec{A}_j$ за *j= 1, 2, ..., n*, като за целта се използват праговите величини $\{P_{ij}\}$ (*i=1, ..., z; j=1, ..., n*), определящи съответните области на основните неизправности.

10. Векторът $\vec{X}_z$ принадлежи към областта на вектора $\vec{A}_j$, ако за едноименните компоненти на тези вектори едновременно се реализират неравенствата:

$$\left|S_{jн1} - S_{xн1}\right| < p_{1нk}, \quad (2)$$

$$\left|S_{jн2} - S_{xн2}\right| \le p_{2нk}, \quad (3)$$

$$\left|S_{jнz} - S_{xнz}\right| < p_{zнk}. \quad (4)$$

При това задачата за разпознаване е решена и конкретната неизправност се отнася към *j*-та неизправност.

11. Ако се окаже, че неравенствата (точка 10) не са изпълнени за нито един от векторите $\vec{A}_j \left(j = 1, 2, \ldots, n\right)$, се налага въвеждането на допълнителна информация. За целта се повтарят всички точки на алгоритъма от 3 до 10 включително.

12. В случай че условието (точка 10) се изпълнява за повече от един вектор, следва да се допусне, че областите на z-мерното функционално пространство, дефиниращи основните видове неизправности, се пресичат. Налагат се корекции в резултатите, получени в т. 5, след което се повтарят операциите 10, 11 и 12.

ПОЛУЧЕНИИ РЕЗУЛТАТИ

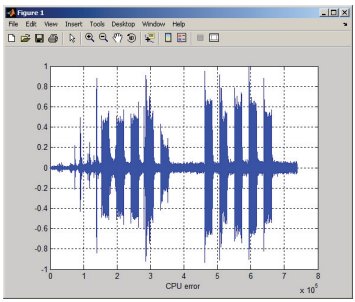
Като обект на изследване е персонален компютър при изпълнението на програмата за начално "самотестване" на системата - POST (PowerOnSelfTest). На този етап освен процесора се тестват също паметта и системата за вход/изход, като в същото време се конфигурират програмно управляваните регистри на чипсета и другите хардуерни ресурси на дънната платка. Ако се открие някоя грешка, системният високоговорител издава поредица от звукови сигнали (тъй като видеоадаптерът още не е инициализиран). Списък на звуците, които се възпроизвеждат при повреда на компютъра са показани в табл. 1.

Табл. 1 - Възпроизвеждани звукови сигнали при първоначално тестване на персонален компютър

Звуков сигнал	Диагностично състояние
1 къс	Системата работи нормално
2 къси	Проблем с настройките на BIOS
1 дълъг и 1 къс	Проблем с RAM паметта
1 дълъг и 2 къси	Проблем с графичния адаптер
1 дълъг и 3 къси	Проблем с клавиатурата
Продължителни къси сигнали	Проблем със захранването
Продължителени дълги сигнали	Неправилно поставена RAM памет
5 къси	Проблем с централния процесор

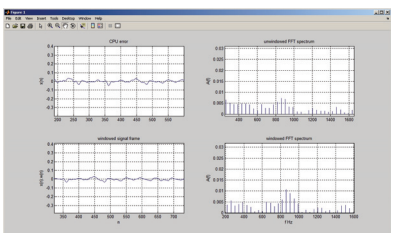
На фиг. 1 е изобразен сигналът генериран при проблем с централния процесор на един компютър. Входния сигнал е преминал първия етап от обработката – нормализиране. Ясно се вижда как максималната стойност на амплитудата на сигнала е ограничен в интервала от -1 до 1V. С тази стъпка подтискаме и част от

паразитните шумове във фона на сигнала. Тези шумове могат да бъдат предизвикани от различни фактори, като например, вентилатори за охлаждане, дискови устройства и други странични източници който издават шум.

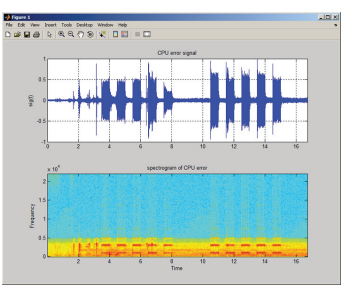


Фиг. 1 - Входен сигнал при проблем с централния процесор

На фиг. 2 и фиг. 3 са представени получените резултати при проблем с централния процесор.

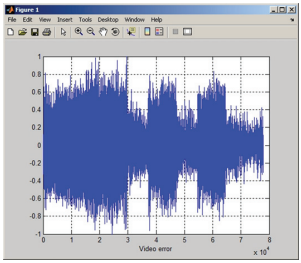


Фиг. 2 - Анализ на сигнала за проблем с централния процесор



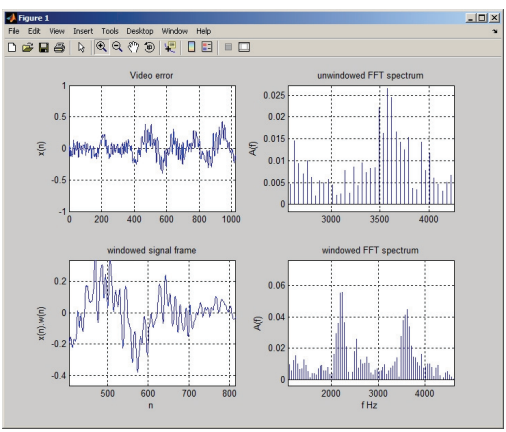
Фиг. 3 - Спектрограма на сигнала при проблем с централния процесор

На фиг. 4 е изобразен сигналът генериран при проблем с видеокартата.

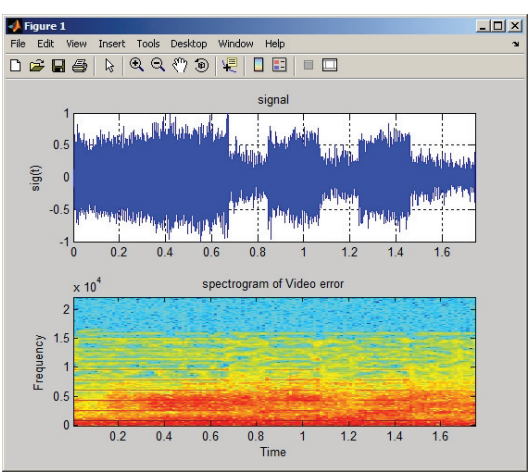


Фиг. 4 - Входен сигнал при проблем с видеокартата

На фиг. 5 и фиг. 6 са представени получените резултати при проблем с видеокартата.



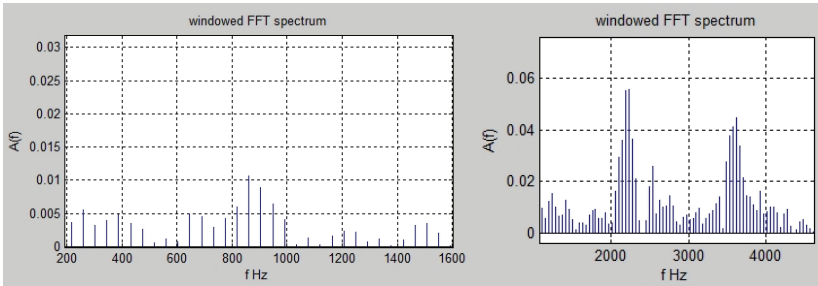
Фиг. 5 - Анализ на сигнала за проблем с видеокартата



Фиг. 6 - Спектрограма на сигнал при проблем с видеокартата

На фиг. 7 са показани най-съществените резултати от анализа на двата

сигнала.



Проблем с централния процесор Проблем с видеокартата

Фиг. 7 - Спектри на сигналите при двата вида неизправности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Представена е методика за разпознаване на диагностични сигнали с използване на спектрален подход.
- Получени са експериментални резултати, показващи работоспособността на предложената методика.
- Получените резултати не бива да се абсолютизират, особено при сравняване на поведението на модела с характеристики на диагностичен обект, който се изследва в условия на шум в наблюденията и при ограничени времеви интервали.

ЛИТЕРАТУРА

[1] AcousticDesign Systems - ADS - http://www.acoustic-design.net/educ_abvmic.html

[2] Боянов, Б. Цифрова обработка на сигнали, Брягпринт, Варна, 2003

[3] Bracewell, R. TheFourierTransform&Its Applications, June 8, 1999

За контакти:

доц. дтн Георги Кръстев, Катедра “Компютърни системи и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 672, e-mail: gkrastev@ecs.uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.