

ネットワークフォロー・システム

Network Follow System

水 野 嘉 久⁽¹⁾ 長 光 孝 司⁽²⁾
Yoshihisa Mizuno Takashi Nagamitsu

要 旨

近年、ユーザの受信性能に対する要求は、ますます高まっていく傾向にある。その中で、受信性能の向上に対する一つの考え方として、ヨーロッパを中心に行われているRDSに代表される同一放送の自動追尾という概念がある。しかし、現在の日本のラジオ放送では、送信局によるネットワーク情報サービスは行われていないのが現状である。そこで、当社ではトヨタ自動車㈱と共同で、ラジオ放送の音声信号を直接比較することにより同一放送を認識し、感度の良い局へ自動切り換えを行う『ネットワークフォロー・システム』を開発し、91年11月より新型クラウンの純正オーディオとして供給を開始した。本稿では、放送内容を比較するための音声比較回路を中心に、その基本原理および、本システムの効果について報告する。

In recent years, car owners are demanding better performance for reception.

One of the ideas to achieve better performance is to follow a stronger signal station among the same broadcasting programs automatically like RDS in European countries. However, such an information service network is not available in Japan, yet.

Therefore, we have developed "Network Follow System" with TOYOTA motor corporation which is to switch over to a stronger station by detecting a same program in comparison with audio signals.

This paper introduces the basic principle and system, mainly its audio signal comparison circuit diagram to detect broadcasting stations.

1. まえがき

現在、我が国のラジオ放送は全国に設置された放送局や中継局を通じ、それぞれ異なる周波数で同一内容の放送が提供されている。民間放送では一部地域のみであるが、NHKではAM、FM共に全国規模でサービスが行われている。従来これらのネットワーク放送を車載ラジオにより受信する場合、車が移動して受信している放送局のサービスエリアを外れると、同じ放送を行っている他の放送局を手動により探し、切り換える必要があった。

図-1はNHK FMのサービスエリアの一例であり、この例ではNHK FMを受信しながら神戸から大阪へ向けて走行する場合、86.5MHz→88.1MHz→82.8MHz→84.0MHzと周波数を切り換える必要がある。

そこで、今回これらのユーザの手動選局という操作上の負担の軽減と、サービスエリアの外側における受信性能の向上を目的に、放送内容が同一

であることと、電波の状態を自動的に判断し常に受信状態の良い局へ自動切り換えを行う事により、同一放送の自動追尾を行うネットワークフォロー・システムを開発した。

本稿では、放送内容を識別するための音声比較回路を中心に、その基本原理と本システムの効果についてFM放送を例に挙げ説明する。

2. 市場の動向

2. 1 海外でのネットワークフォロー

海外では約6～7年程前よりRDS (Radio Data System) がヨーロッパを中心に実用化されている。RDSとは、FM放送の空きチャンネルを利用したデータ放送システムで、ラジオ受信に有効な様々なデータや交通情報、ラジオテキストによるその他の情報を送るインフォメーションサービスを目的としている。特にその中で、AF (Alternative Frequency Data) データを用いたネットワークフォロー機能はRDSの中心的機能であり、ネットワーク放送の多い欧州では、このRDSを利用した自動追尾機能が不可欠になって来ている。

2. 2 国内でのネットワークフォロー

国内では、RDSのような放送局側によるラジオテキスト等のサービスは現在のところ提供されていないので、受信機側により同一放送の識別を行いネットワークフォロー機能を実現する必要がある。こうした状況の中で、数年程前より1チューナ方式により放送内容の比較を行うシステムを製品化しているメーカーもあるが、実用性という面からも広く受入られるまでには至っていない。

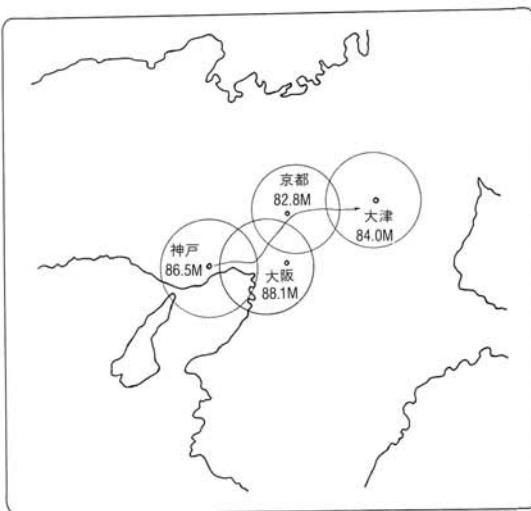


図-1 NHK FM サービスエリア

Fig. 1 Service area of NHK FM broadcasting stations

3. ネットワークフォロー

3. 1 回路構成

ネットワークフォロー機能を実現する回路構成としては、1チューナ方式と2チューナ方式とに分けることができるが、1チューナ方式では同一放送を探す間だけ音声受信を中断しなければならず、音切れが生じない程度で同一放送かどうかの判定を行おうとすると情報の収集に時間がかかり、スムーズなネットワークフォローが行えなくなる。それに対し、2チューナ方式では、1つのチューナ（メインチューナ）は音声受信専用として、常に放送を受信し音声を出力させ、他方のチューナ（サブチューナ）は現在受信している放送と同じ内容の放送を探し出すために使えるため、受信を中断させる事なく素早いネットワークフォローが実現できる。そこで、今回はネットワークフォローを実現するのに最も有利と思われる2チューナ方

式を採用した。

図-2にネットワークフォロー・システムのブロック図を示す。本システムは主に以下の回路により構成される。

- ①FM受信部（2回路）
- ②AM受信部（2回路）
- ③音声比較回路
- ④コントロール μ -COM

3. 2 動作原理

図-3にネットワークフォロー動作の概要を示す。2つのチューナのうちサブチューナは受信帯域をサーチし、局がある毎にメインチューナが受信している局と放送内容を音声比較回路により比較し、同一放送内容と判定された局をメモリに記憶していく。受信帯域を全てサーチ終わるとメモリに記憶された局を再度受信し電界強度の測定を行う。この動作をメインチューナが受信している局よりもメモリに記憶された局の電界強度が強

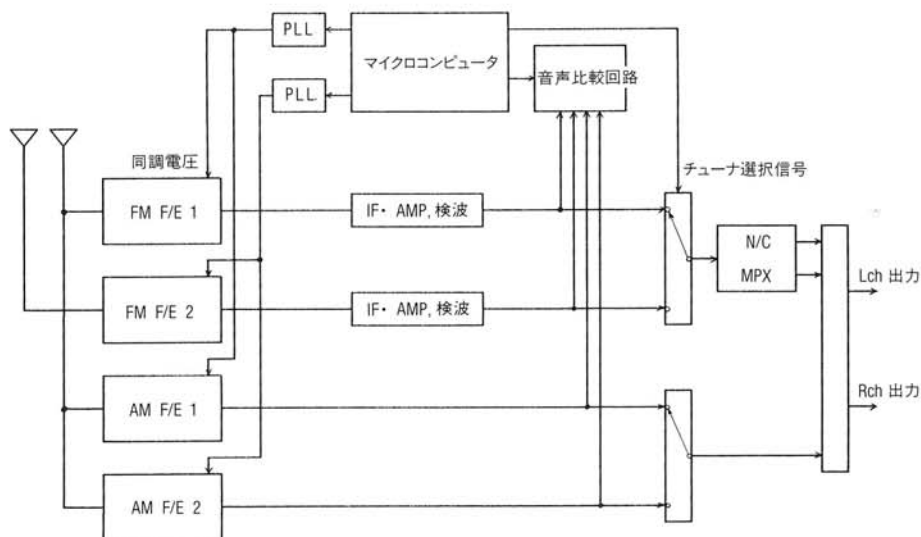


図-2 ネットワークフォロー・システムの構成

Fig. 2 Configuration of network follow system

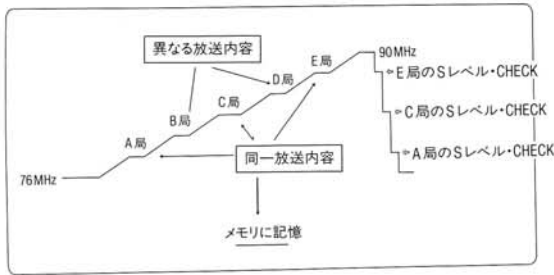


図-3 ネットワークフォロー動作概要
Fig. 3 Outline of network follow

くなるまで繰り返す。切り換え条件が揃うと切り換えようとする局に対し再度音声比較を行い、同一放送と判定されると周波数を切り換えて動作が完了する。

4. 音声比較原理

4. 1 概要

ネットワークフォロー機能を実現するために最も重要といえるのが音声比較回路である。同一放送内容の音声信号が全く同じものであれば、比較する両波形を減算すれば0となり同じ放送内容か

否かが判定出来る。しかし、実際には各局より送信される音声にはレベルの差や位相のずれ等があり減算しても0とはならない場合が多い。

そこで、時間的に変動の緩やかな音声周波数の分布に着目し、比較回路を構成することにより、位相のずれを吸収する。また周波数分布を比較する方法により、比較波のレベル差は判定条件に無関係となり、レベル差のある波形でも比較判定ができることになる。

4. 2 音声比較回路

図-4に音声比較回路のブロック図を示す。音声比較回路は以下の回路ブロックにより構成される。

- ①フィルタ回路部
- ②レベル検知回路部
- ③周波数→電圧変換回路部
- ④加算回路部
- ⑤減算回路部
- ⑥積分回路部

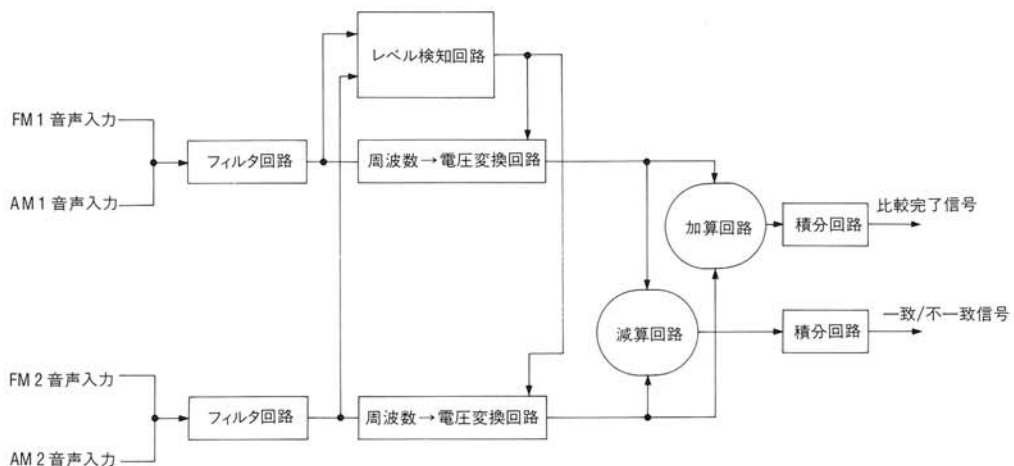


図-4 音声比較回路の構成
Fig. 4 Configuration of audio signal comparison circuit

4. 2. 1 フィルタ回路部

車載用ラジオでは、様々な雑音が混入する場合が多く音声信号を比較する場合、雑音成分は判定を誤らせる原因となる。そこで、数十Hz以下数KHz以上の雑音が畳重しやすい帯域をフィルタ回路によりカットする。

4. 2. 2 レベル検知回路部

図-5に示す様な音声信号を例にとると、雑音成分は音声比較の情報としては全く無意味なものであり、判定を誤らせる原因となる。そこで、音声信号を図-5(c)のようにエンベロープ検波し、破線で示すレベルよりも低い信号は比較情報から除外することにより、雑音による影響を軽減する事が可能となる。しかし、あまり無音検知レベルを上げると必要な情報までもが除外されることになり、判定時間が長くなる等の不都合が生じる。そこで幾度となく実験を行い、最適な無音検知レベルを決定した。

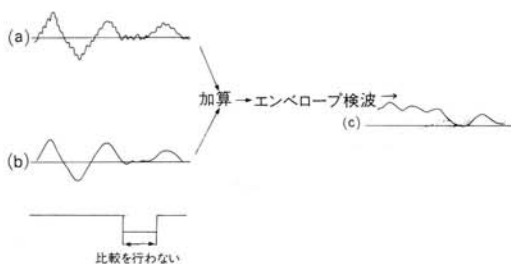


図-5 レベル検知概要

Fig. 5 Outline of signal level detector

4. 2. 3 周波数→電圧変換回路部

周波数成分を音声比較するために、周波数を電圧に変換する過程を図-6に示す。ここで音声比較を行うA局とB局の音声信号において、図-6に示す(a), (e)のような波形を例に挙げて説明すると、最初にそれぞれの波形を零電位点で(b), (f)のような方形波に変換する。次に方形波の立上りに同期した一定幅のパルス(c), (g)に整形し、最後にL. P. Fを通し(d), (h)のようなアナログ電圧に

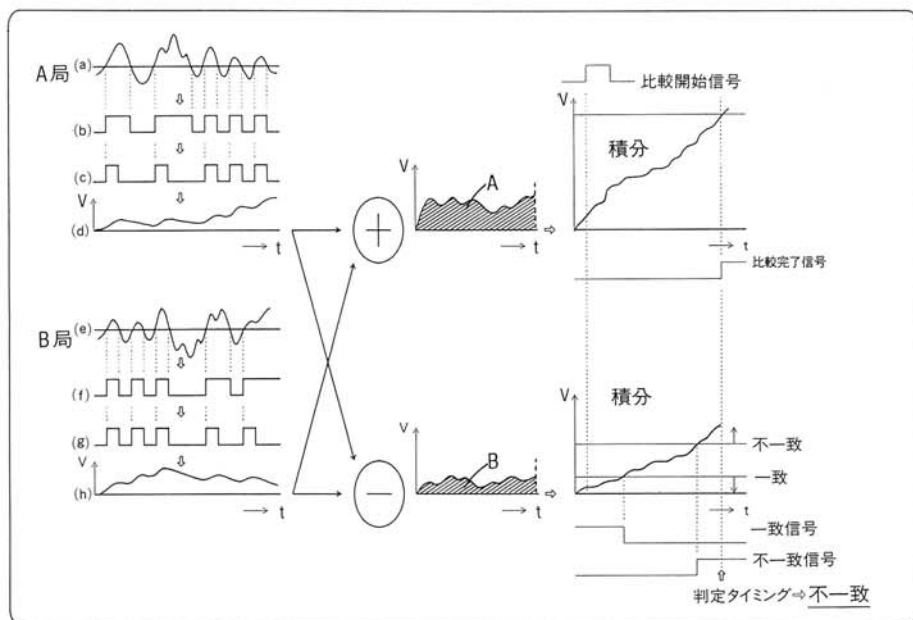


図-6 音声信号比較原理

Fig. 6 Theory for audio signal comparison

変換する。このように入力信号の周波数成分をアナログ電圧に変換することが出来る。

ここで更に詳細に説明すると、零電位点で方形波に変換する際、ノイズ等の影響による誤差を軽減するために、ヒステリシス特性をもたせている。

例えば、図-7(a)に示すような波形を例にとり、Aの部分について波形変換すると、ヒステリシスの無い場合には音声信号が無いにもかかわらずBに示すようにノイズ成分を波形変換してしまい、データに誤差が生じる。そこで、破線で示すようなレベルでヒステリシスをもたせるとBのような部分は無くなり、ノイズ等による影響を軽減させることが出来る。

4. 2. 4 加算、減算回路部

次にアナログ電圧に変換された値を加算および減算する。ここで減算された値を見ると同一放送であれば減算側の値は小さくなり、その値の大小で同一信号か否かの判定が出来ることが判る。

しかし、減算側の値だけでは最終的に一致、不一致の判定をすることは出来ない。それは、比較する2つの波形が無音であった場合でも減算側

の値は0となるからである。そこで、どれだけの情報が入力されているかをみるために、加算側の値を利用し、加算側の値と減算側の値の比率により判定すれば正確な比較判定が出来ることになる。しかし、様々な波形を比較する上で、異なる波形であっても瞬間的に見ると同じような波形であることは少なくないので、正確に比較するにはある程度の時間が必要となる。そこで、その時間を決定するために、積分回路を利用する。

4. 2. 5 積分回路部

積分回路には加算側に判定時間を決定するためのしきい値を設け、積分値がこのしきい値に達するまでの時間を比較時間とする。いいかえると常に一定の情報量(図-6中Aの面積)で判定を行うということになる。つぎに一致、不一致を判定する方法として、減算側に一致、不一致のしきい値を設け、一致のしきい値に積分値が達すると一致信号が‘1’から‘0’へ、不一致のしきい値に達すると不一致信号が‘0’から‘1’となり、加算側の値がしきい値に達した時点での一致、不一致信号の状態により、同一信号か否かの判定をする。以上の方法により、図-6のAの面積とBの面積との比率により音声比較を行う。

5. 2チューナシステムの問題点

ネットワークフォローを実現するために、2チューナシステムは有利な面を持っている反面、新たな問題がある。それは2つのチューナの内サブチューナ側が同一放送内容の局を探すために、帯域内を掃引する時サブチューナ側のローカル周波数(局発周波数)が希望放送を受信しているメインチューナ側に干渉し、図-9(b)のような異音が生じるというものである。異音が生じるのは、図-8に示すようにメインチューナの受信周波数とサブチュー

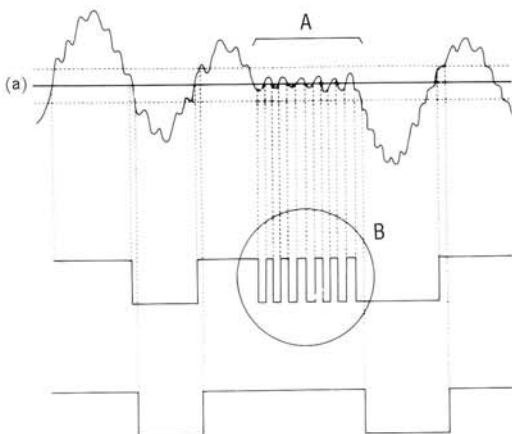


図-7 波形変換概要

Fig. 7 Outline of signal transformation

メインチューナ受信周波数=76MHz
入力=10dB μ V

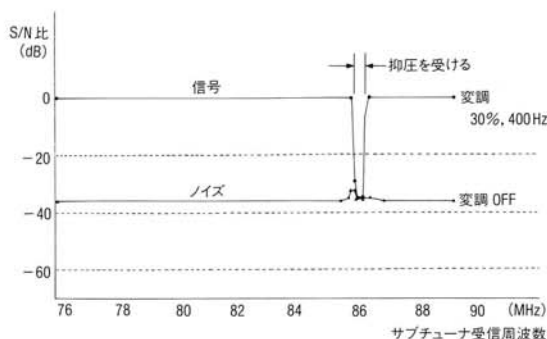


図-8 サブ・チューナのローカル周波数の干渉
Fig. 8 Interference by a local frequency of sub tuner

ナの受信周波数との関係が次式のような時
に生じる。

$$\left(\begin{array}{c} \text{サブチューナの} \\ \text{受信周波数} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{メインチューナの} \\ \text{受信周波数} \end{array} \right) + 10.7\text{MHz} \pm \alpha \cdots (1)$$

$$0 \leq \alpha \leq 0.2\text{MHz}$$

国内の受信機では希望周波数+10.7MHzがローカル周波数となり、その発信レベルは100dB μ V以上あるため、希望放送の周波数とサブチューナのローカル周波数が一致すると希望放送が抑圧を受け音が途切れる。ここで(1)式の α は0.2MHz程度であり、その範囲で抑圧が生じる。この問題はサブチューナの受信範囲からメインチューナ受信周波数+10.7MHz $\pm \alpha$ の部分だけ除いてやれば解決できると考えられる。

言い換えれば、メインチューナ受信周波数+10.7MHz $\pm \alpha$ の範囲ではネットワークフォローを行わないということになる。そこで全国のラジオ放送周波数を調べ、可能な限り(1)式の関係が成り立つポイントはサブチューナ側がサーチ受信しない禁止帯を設けることとした。しかし、禁止帯を設けてもサブチューナのローカル周波数がメイン

チューナの受信周波数を横切ることは避けられないため、完全に異音が消えることはない。

そこでサブチューナのローカル周波数が横切る時間を極力短くするために図-10に示すようなサーチ方法にし、更に横切る瞬間にMUTEをかけることにより、ほとんど異音を感じないレベルに改善することが出来た。

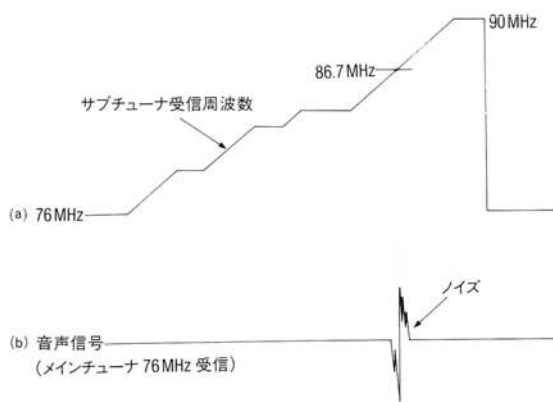


図-9 サブ・チューナのローカル周波数の干渉によるノイズ(1)

Fig. 9 Noise (1) of interference by a local frequency of sub tuner

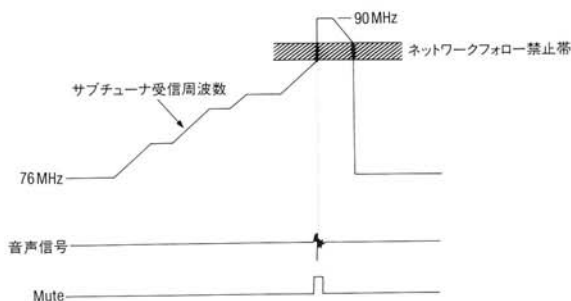


図-10 サブ・チューナのローカル周波数の干渉によるノイズ(2)

Fig. 10 Noise (2) of interference by a local frequency of sub tuner

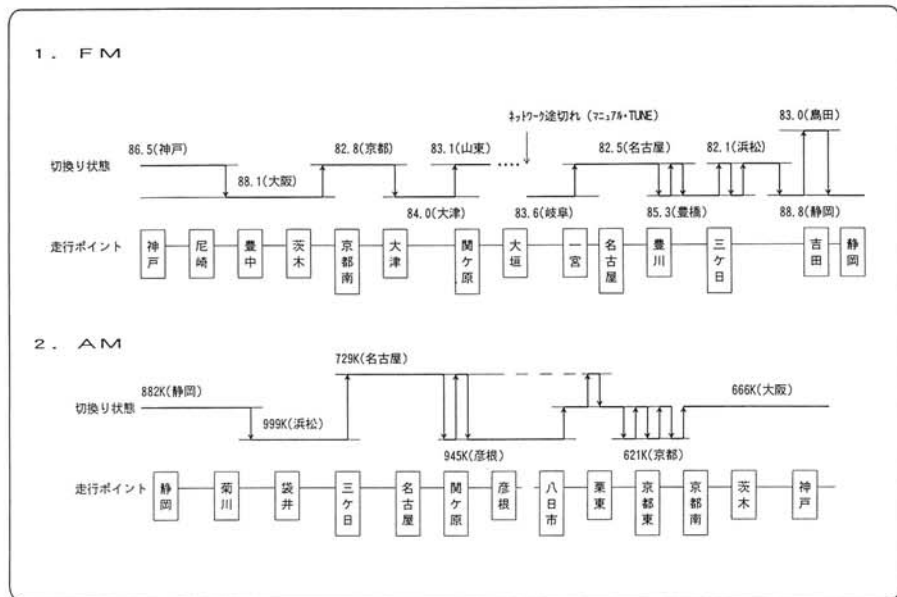


図-11 実車走行テスト結果
Fig. 11 Results of field tests

6. 実車走行テスト

本システムはベンチテストでは評価が困難な面が多々あり、開発段階から幾度となく実車走行テストを繰り返して来た。図-11は神戸から静岡までの実車走行テストの結果を示したものである。一箇所、関が原付近の放送がほとんど受信出来ないような場所を除いて、スムーズな切り換えが実現でき、手動で選局することなく放送を聴き続けることが出来た。また電界が弱くなってきてマルチパス等のノイズが発生し始める前に切り換えが行われ、受信性能の向上にも大きく貢献している。

一方AMでは、放送局のサービスエリアがFMに比べて広いため切り換えの頻度は少なくなるがスムーズな切り換えが実現できた。

7. あとがき

本システムの開発により、ユーザの操作性の改善をはかることが出来、受信性能についても今までとは少し違った切り口で性能向上をはかることができた。今後は市場での評価をフィードバックし、市場への適合をはかって行くと共に、コスト等の問題点も解決していきたい。