

# RI イメージングにおける呼吸性移動補正 のための論理ゲート回路の作成

小島一彦\* 山田正人\*\*

Making of logic gate circuit for respiratory motion  
correction on radionuclide imaging

Kazuhiko Kojima\*  
Masato Yamada\*\*

## SUMMARY

Recently performance of detector has been improved on radionuclide imaging. So influence of respiratory motion and displacement appeared clearly on the organ image. In order to reduce it we developed the gate circuit which can generate gate pulse from respiratory curve at variable threshold level.

Triggered by the gate signals, data acquisition was performed on radionuclide imaging.

## はじめに

ラジオアイソトープ (RI と略す) イメージングは RI をトレーサとして用い、その体内分布イメージを知る方法で、臓器の形状や血流の時間的变化を把握し、臓器機能が無侵襲計測することができる。RI イメージ装置における放射線検出部については従来のシンチレータを用いたアンガー形検出器<sup>1)</sup>のほかに半導体を用いた半導体検出器<sup>2)</sup>などの性能を向上させる努力が続けられている。一方、患者の体動や臓器固有の動きがイメージを劣化させ機能評価の精度を低下させる原因となっている。従って、イメージングに際し、この動きを検出し、補正することが重要であるがこれまで報告されたものは少ない<sup>3)</sup>。本報では呼吸運動を検出し呼吸性移動を補正するための電子回路を作成したので報告する。

## 方 法

RI イメージングにおける呼吸性移動補正の方法としては、画像信号である RI からのガンマ線の入射位置信号を積分し、重心の変位からアナログ的に補正する方法<sup>4)5)</sup>と、呼吸運動の波形を呼吸信号として検出し、この信号をゲート信号にして条件にあったタイミングでのみデータ収集をおこなう、いわゆるゲート法<sup>6)</sup>がある。前者は画像信号そのものを演算回路に入力するため効率はよいが同心円状の変動の補正には適さない。後者は、データ収集効率はよくないが運動に同期させて収集するので運動補正の精度を高める効果は大きいと考えられる。本報ではゲート法について検討した。使用した RI イメージ装置とイメージ補正のための生体信号データの収集および制御処理のブロック図を第 1 図に示す。生体信号データの一つは、患者の鼻孔部につけ

\* 診療放射線技術学科

\*\* 金沢大学医学部附属病院 放射線部

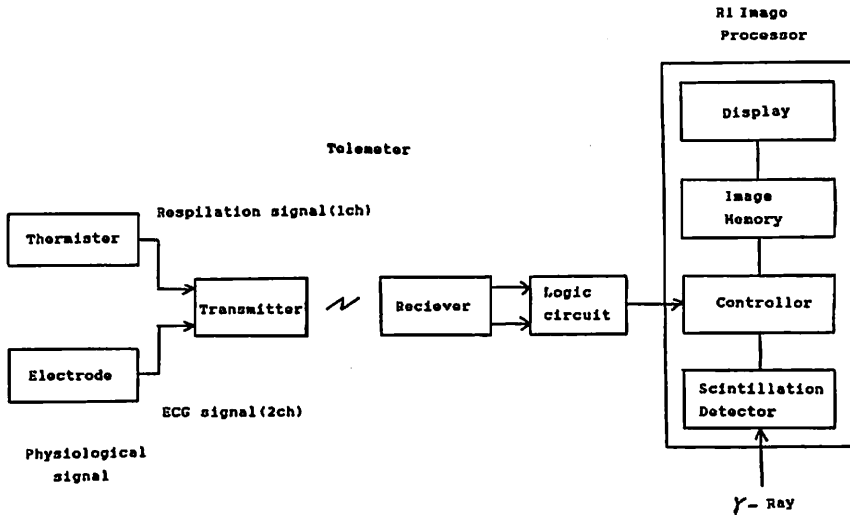


Fig. 1 Blockdiagram of radionuclide image system for obtaining images corrected with physiological signals.

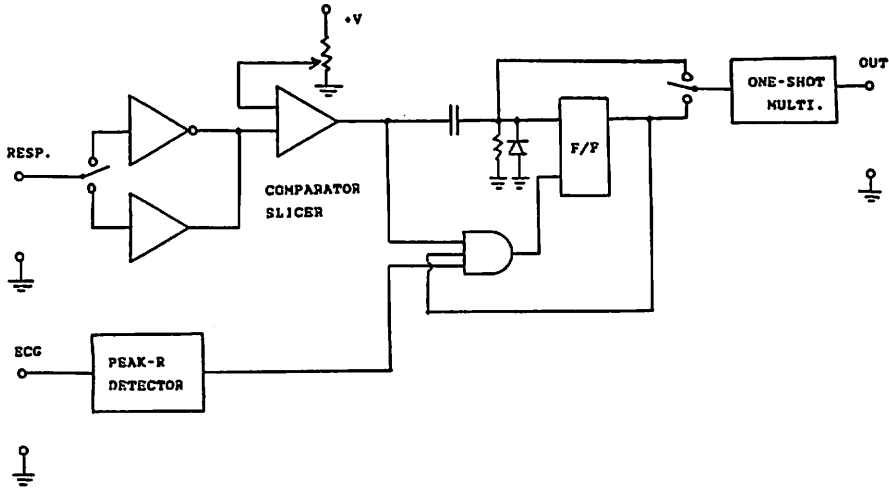


Fig. 2 Circuit diagram of the designed logic gate circuit generating gate pulses to compensate image blur by respiratory motion and other motion.

たサーミスタをセンサーとして用いて呼気、吸気による気流の変化を検出して呼吸信号とし、また、他の一つは誘導電極で検出した心電図信号を同時に小型の送信器で送り、テレメータで受信した。第2図は試作した論理ゲート回路図で、第3図は試作装置の外観である。この論理ゲート回路ではセンサーで検出された呼吸信号に対し、コンパレータで信号レベル設定を変え、ゲート区間を調整することができる。また、論理回路を加えることにより心電図信号との論理

によって、任意のゲートパルスが得られるように工夫した。このゲートパルスをRIイメージ装置(テクニケア社製VIP-450)のゲート入力信号として、データ収集に利用した。収集に際しては、呼吸信号は健康人でもドリフトが大きく、振幅が一定しないこともあり、とくに不安定な場合には信号レベルの上限および下限の判定でデータ収集を中止した。また、呼吸サイクルは通常約3回/分~15回/分までは意識的に制御できる。従って最適な呼吸ペースでイメージン

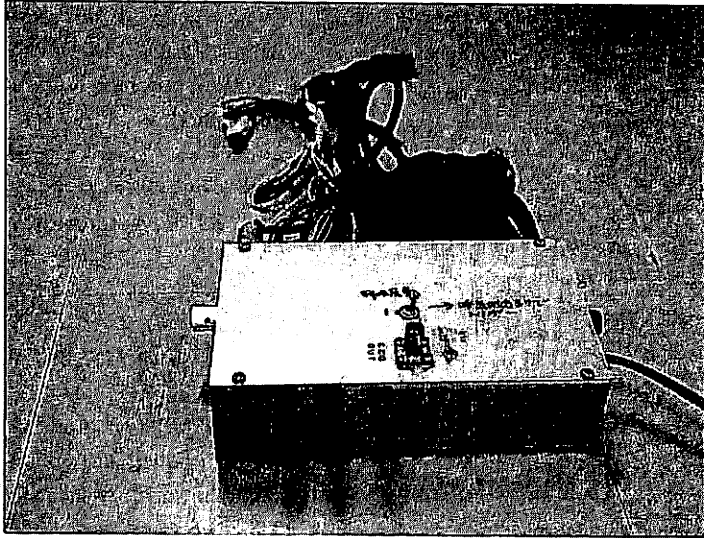


Fig. 3 Photograph of a trial constructed logic gate circuit to compensate image blur by respiratory motion.

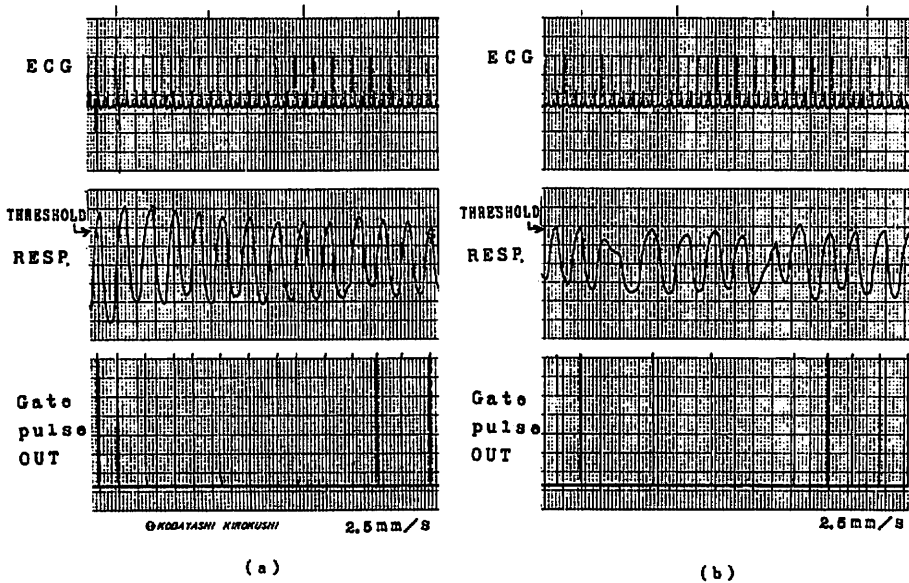


Fig. 4 Relation of physiological signals and output signal as gate pulse is shown.  
 (a) at steady respiration  
 (b) at unsteady respiration

グし、計測精度を高める方がよい。なお、呼吸ペースメーカーとしては、発振器の信号をタイミング信号として発光ダイオードの点滅を利用した。

### 結 果

スレスホールドレベルを調整することにより、センサーでとらえた呼吸信号の任意の区間を選択し、呼吸信号ゲートをかけてその区間のみデータ収集を指示し呼吸による臓器の変動を補正する装置を試作した。第4図は呼吸・心電図ゲー

トのタイムチャートで、ゲートパルス出力信号を示した。第4図(a)は安定な呼吸がなされている時の呼吸・心電図ゲートで一定の時間間隔のゲートパルスがえられた。ただし、呼吸信号は、健常人でも一様な振幅・周期の呼吸を長く持続させることは困難で、第4図(b)のように、一時的に不規則な呼吸波形が観測されることが多い。本装置では、とくに呼吸信号が大きくドリフトしたとき、や振幅が異常の時には、ストレスホールド機能によりデータ収集を一時的に停止するようにした。ここでは装置の基本的性能について報告した。

### 考 察

現在のRIイメージ装置の検出器の分解能はFWHMで約1-2mmであるが、臓器イメージの実効分解能は3-4mmに低下する。この原因の一つに臓器の生理的動きなどの患者の体動があげられる。従って、臓器イメージングにおける患者の体動による影響を排除することは分解能を改善する点で非常に重要である。一般に呼吸運動による横隔膜の上下運動で肺や肝臓も約2-3cm変位する。また、心臓の計測にあたっては、心臓自らの同心円状の収縮運動に呼吸性移動が重なるため、アナログ的な補正ではアーティファクトが生じ、補正効果はすくなく、画質低下の原因となる。生体信号にもとづくゲート法が補正効果がたかい。本報では、呼吸性移動の補正を目的に患者の鼻孔部にとりつけたサーミスタで呼吸信号を検出し、呼気と吸気時を一定区間選択し、さらに心電図との同期でデータ収集するための簡便なゲートパルス発生回路を作成した。本装置の臨床応用については瀬戸らの報告<sup>5)</sup>で示されるように、RIイメージングにおける呼吸性移動の補正に有効であった。

稿を終えるにあたり、ご指導いただきました京都大学工学部オートメーション研究施設の桑原道義教授に感謝いたします。

### 引用文献

1. Anger, H. O. and Davis, D. H., Gammaray detection efficiency and imageresolution in sodium iodide., *Rev. Sci. Instr.* 35, 693, 1964.
2. 久田欣一, 小島一彦, 小林哲二, 杉田 徹, 榎尾英次, 超高純度ゲルマニウムを用いた半導体ガンマカメラ, *Radioisotopes*, 25 (2), 71-75, 1976.
3. 瀬戸幹人, 小島一彦, 他, 肝硬変例における呼吸同期肝イメージングおよびフーリエ解析による肝運動性評価の試み, *核医学*, 21 (7), 867-870, 1984.
4. Baimel, N. H. and Bronskill, Optimization of analog-circuit motion correction for liver scintigraphy, *J. Nucl. Med.* 19, 1059-1066, 1978.
5. Ter-Pogossian, N. M., Bergmann, S. R. and Sobel, B. E., Influence of cardiac and respiratory motion on tomographic reconstructions of the heart., *J. Comput. Assist. Tomogr.* 6 (6), 1148-1155, 1982.
6. Rosenthal, M. S., Klein, H. A., and Orenstein, S. R., Simultaneous acquisition of physiological data and nuclear medicine images, *J. Nucl. Med.* 29 (11), 1848-1852, 1988.