OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	標本化定理の拡張とその周波数分析への応用に関する研究
Author(s)	柳田, 益造
Citation	大阪大学, 1978, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27710
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【34】

氏名・(本籍)	柳田益造
学位の種類	工学博士
学位記番号	第4286号
学位授与の日付	昭和53年3月25日
学位授与の要件	工学研究科 電子工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**標本化定理の拡張とその周波数分析への応用に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授 角所 収 (副査) 教授 尾崎 弘 教授 児玉 慎三

論文内容の要旨

本論文は，ディジタル信号処理の立場から，標本化定理の拡張とその周波数分析への応用に関して考察したものである。

第1章序論では，本研究の意義およびこの分野での研究の現状について述べ，本研究によって得られた諸成果を概説している。

第2章では，連続信号の標本化速度は対象になっている信号の帯域幅の2倍で十分であることを明らかにし，帯域通過型信号の標本化の方法を2種示し，各々の場合についてのディジタル周波数分析法を示している。その第1の方法は，周波数軸上での折り返しを利用した等間隔標本化による周波数分析法である。これを導くために，連続系と離散系とを結ぶ写像$z=e^{sT}$によるs平面とz平面の対応関係を明確にし，それに基づいて等間隔標本化に関する標本化定理を帯域制限を受けない信号にも適用できるように拡張している。第2の方法は，2重標本化による周波数分析法である。これは帯域通過型信号に対する一般標本化定理に基づいたもので，アナログ信号に対するヘテロダイン方式によるビートダウンと同様の効果が2重標本化操作によって得られることを利用したものである。これら二つの方法のうち，折り返しを利用した方法では分析帯域の位置に制限があるが，2重標本化による方法では離散的双直交系を導入することによりこの制限は取り除かれている。

第3章は，ディジタル周波数分析の計算法の高速化について述べたものである。まず高速フーリエ変換（FFT）の原理を2重標本化による離散的フーリエ変換の計算法の特例として導いている。また高速演算アルゴリズムのクロネッカ積による表現法の応用として，2次元FFTの高速化アルゴリズムを示している。さらに離散的ラプラス交換を定義して，その高速計算法を示している。

第4章では，これらの計算法を(i)高次代数方程式の解法(ii)神経回路網の時空間応答の数値計算(iii)音のズーミング(iv)画像のボケの検出(v)画像の符号化などに応用する手法を述べている。

第5章結論では，本研究で得られた主要な結果をまとめ，今後に残された問題と本研究に関連する分野における将来の予測を述べている。

論文の審査結果の要旨

本論文に取り上げている問題と，その研究成果を要約すると次のようである。

第1には，折り返し周波数以上の周波数成分を含む信号を離散系で取り扱う問題を取り上げている。離散系で取り扱える信号は，これまで標本化定理によって折り返し周波数以上の成分を含まない信号だけに限られていた。折り返し周波数以上の周波数領域を離散系で扱うためには標本化定理の拡張が必要であり，本文ではまず等間隔標本化に関する標本化定理を拡張している。次に2重標本化を導入することによって，取り扱える周波数領域に対する条件の緩和を実現し，さらにこれに基づいて帯域通過型信号のディジタル周波数分析法を導いている。標本化定理の拡張および一般化は，これまでにも種々の形で研究されてきているが，このように周波数分析の計算法にまで直接に結びつけた研究はなく，本研究は帯域通過型信号のディジタル周波数分析法を初めて示したものとして実用上重要な意義を持っている。

第2に取り上げているのは，ディジタル信号処理技術としての高速演算アルゴリズムの問題である。ディジタル周波数分析のための強力な武器としてFFT（高速フーリエ変換）が開発されて以来，計算機による周波数分析が広く行なわれるようになっているが，本文では2重標本化による離散的フーリエ変換の計算法からFFTアルゴリズムの原理，および実数値列FFTの高速化アルゴリズムを導いている。さらに2次元FFTおよび離散的ラプラス変換の高速化アルゴリズムをも示している。これらの高速演算アルゴリズムは，ディジタル信号処理の観点から実用上重要な意義を持っている。

第3には，FFTを種々のディジタル信号処理に応用することの可能性についての問題を取り上げている。FFTの利用面として，従来は周波数分析，相関関数，コンボリューション，フィルタリングなどに限られていたが，本文ではFFTの応用例として高次代数方程式の解法，神経回路網の時空間応答の数値計算，音のズーミング，画像のボケの検出，行列の特異値分解などに利用できることを示している。このことはFFTが単なる周波数分析以外にも，一般のディジタル信号処理技術として汎用性があることを立証している。本文に示されている応用例は有用なものであり，FFTの今後の利用分野の拡大の端緒となるものとして重要な意義を持っている。

以上のように，本論文は標本化定理の拡張とその周波数分析への応用についてかなりの研究成果をあげており，電子工学および情報工学に寄与するところが大である。よって博士論文としての価値あるものと認める。