

論文賞贈呈 (第54回 平成9年度)

論文賞 (第54回) は、平成8年10月から平成9年9月まで本会和文論文誌・英文論文誌に発表された論文のうちより下記の12編を選定して贈呈した。

Design of a Low-Voltage, Low-Power, High-Frequency CMOS Current-Mode VCO Circuit by Using 0.6 μm MOS Devices

杉本泰博君・上野武司君・辻 貴章君

(英文論文誌 A 平成9年2月号掲載)

携帯通信端末においては低消費電力化のためにデジタル信号処理回路の低電圧化が求められ、電池1個レベルの1V動作が進みつつあるが、高周波信号処理回路においてもデジタル回路との混載を理由に低電圧化の要求が強まっている。しかしながら、高周波アナログ回路ではダイナミックレンジの低下やトランジスタのトランスコンダクタンスの低下により高周波特性を維持しながら低電圧化を行うことは難しく、解決すべき課題となっている。

本論文はこの課題を電流駆動回路を採用することで解決しようとするもので、その内容は1V動作を可能とする電流駆動タイプのVCO回路をリングオシレータと電流加算回路による通倍回路により実現できることを具体的にシミュレーションにより示したものである。電源電圧変動や雑音の影響を避けるため完全差動回路構成を取ることにより1V電源電圧で1.6GHzまでの発振が可能であり、消費電力も5.7mWと小さいことが特徴である。

現在、高周波信号処理部を1チップ化し、更にベースバンド部との1チップ化が要求されているが、電池1個レベルの1V動作が求められている中で、それを実現する上でVCO回路が課題の一つであった。低電圧動作実現の要求が強いにもかかわらず、これまでは基本的な検討結果は報告されているがLSIを実現できるレベルまで検討を具体化されたものはなかった。本論文は回路的な工夫で問題を解決し、具体的な0.6 μm CMOSのデバイスパラメータを用いたシミュレーションにより実現の可能性を示したことは、実用上極めて有意義な結果を提供しているといえる。この意味で本論文の成果は携帯通信用LSIの分野への貢献は大きく、新規性、有効性の面で高く評価される。

On a Generalization of a Covering Problem Called Single Cover on Undirected Flow Networks

田村 裕君・菅原秀仁君

仙石正和君・篠田庄司君

(英文論文誌 A 平成9年3月号掲載)

これまで、著者らはネットワーク上で点間の関係を容量で評価する場合のロケーション問題 (施設配置問題) のいくつかの形態を考察し、点間の関係を距離で評価する場合とは本質的に違う、いくつかの特筆すべき結果を得てきている。その一つとして、最近、無向フローネットワーク上の点において、母点といわれるある点からの容量がある一定値 (仮に h と表す) 以上になるように、なるべく少ない個数の母点を配置する問題を無向ネットワーク上の被覆問題とよび、「 h の値がどの点についても一定となる」という特殊な場合について考察し、それが多項式時間で解けることをそのアルゴリズムと共に示している。

本論文の内容は、その拡張として、「 h の値が点によっては異なる」という一般の場合の被覆問題について論じ、特殊な場合のアルゴリズムを拡張し、その拡張問題を多項式時間で正確に解くことができることを証明している。更に、各母点が扱う点の個数に制限を設けた被覆問題を定義し、既存のアルゴリズムを融合し、その問題を多項式時間で正確に解くことができることを示している。

いま、ネットワークとして、コンピュータを点とし、回線を辺としたコンピュータネットワークを考え、いくつかの点に (データベースのように) ファイルを蓄え、ファイルが蓄えられた点を母点といい、母点以外の点からいずれかの母点のファイルにアクセスすることを想定する。第1の問題は、各母点のファイルに一定回線以上のアクセスを可能にしながら、なるべく母点の数を少なくする問題で、各点からファイルにアクセスする頻度も必要度も違うことを考慮した場合である。また、第2の問題は、このようなコンピュータネットワーク上で、ある一つの母点へのアクセスが過度に集中してしまうのを避け、各母点がアクセスの面で受

け持つ点の個数に制限を設けた場合の被覆問題である。このような観点からの問題は、応用上も基本的に重要であるにもかかわらず、これまでほとんど考察されていない。その意味で、本論文での成果は、ネットワークのロケーション理論とその応用分野において意義深く、独創性と有効性の両面で高く評価される。

**有限ステップで停止する非線形方程式の
すべての解を精度保証付きで求めるアルゴリズム**

神沢雄智君・柏木雅英君

大石進一君・中村晴幸君

(和文論文誌 A 平成 9 年 7 月号掲載)

数値計算は、有限けたでの近似や丸め誤差のために、ややもすると最終的に得られた結果が信頼できなかつたりしていた。それを解決する方法論として、最近、数値計算結果の精度を数値計算と同時に得て、明確で有用な保証を得ようという「精度保証付き数値計算」が急速な発展を遂げている。具体的には、区間計算や自動微分を用いた方法が構築されてきており、数値計算法のあるべき姿の一つとして注目を浴びている。しかし、その中での区間解析を用いる従来の方法では、有限ステップですべての解を求めることは必ずしも保証されていなかった。

この論文では、この区間解析の精度保証付き数値計算法で超立方体領域内のすべての解を精度保証付きで求めるアルゴリズムを提案している。理論的に十分適当な仮定のもとで、このアルゴリズムが有限ステップで全解を求めて停止することが示されている。このように理論的完全性を証明した研究は、これまでの精度保証付き数値計算の一つの限界を越えるものであり、この方法論の新たな展開をもたらしている。実際の計算機実験で、代表的な問題として超越関数を含む非線形方程式や非線形抵抗回路の問題を解き、この論文で提案されているアルゴリズムの有用性の検証もなされている。重根や近接根をもつ悪条件の場合でもこのアルゴリズムは有効に機能している。計算時間については今後の検討課題の点も一部あるが、このように解を唯一含む区間を保証することの意義は高く、今後の更なる展開をもたらす可能性も高い。

以上のように、すべての解をもらさず必ず求め、かつ有限時間で停止する方法は、その理論的・実地的貢献が非常に大きく、このような新展開をもたらした独

創性と有効性の面で高く評価される。

**Optimization of Facility Planning and Circuit Routing for
Survivable Transport Networks—An Approach Based
on Genetic Algorithm and Incremental Assignment—**

中村 元君・小田稔周君

(英文論文誌 B 平成 9 年 2 月号掲載)

近年、デジタル伝送技術や多重化技術の進歩により、光ファイバや無線リンクで構成される伝送網の大規模化・高機能化が進展しており、高信頼で経済的な伝送網を構築するための網計画の策定がますます重要となっている。しかし、大規模かつ高機能な伝送網に対し、想定される様々な設備障害に対する回線復旧条件や多期間にわたる回線需要の変動を同時に考慮して最適網計画を求めるには、膨大な手間を要する。このため、このような複雑な条件の下に伝送網の最適計画を効率的にかつ精度良く求める網計画技術の確立が必要となっている。

本論文では、伝送網における、障害時回線復旧容量の最適配置を含めた多期間回線ルーチング計画問題と、同問題を内包する多期間設備計画問題を扱い、両問題に対する近似最適化アルゴリズムを提案している。ルーチング計画は、逐次回線割当法 (IA 法) に基づく最適化手法により、正常ケースと複数の障害ケースを同時に考慮して復旧容量の共用度を高め、回線収容率および設備使用効率の向上を図っている。また、設備計画には、遺伝的アルゴリズム (GA) を適用しており、設備計画案の評価関数値を計算する際に IA 法によるルーチング計画の最適化を行い、最適ルーチングを前提とした最適設備計画案を求めている。ここで、GA の世代進化の状況に合わせて IA 法の近似精度と計算時間を調整して有効な解を探索し、計算効率を向上させている。

障害時回線復旧を含む多期間回線ルーチング計画と多期間設備計画を統合的に扱うには、膨大な組合せ問題を最適化する必要があるため、従来は、両計画問題を分離して、段階的に最適化する手法が多かった。しかし、著者らは、独創的なアプローチによる効率的な手法を示し、両計画問題を統合的に最適化することに成功した。提案手法は、各種網モデルに適用して実用性が確認されており、今後の網計画技術に関する研究への寄与は大きく、その成果は高く評価される。