김일성종합대학학보 (수학) 주체107(2018)년 제64권 제1호

일반공액분해단찌그선택법을 리용한 압축수감

최철국, 림명길

최근 적은 개수의 관측자료를 가지고 성긴신호를 효과적으로 표현하기 위한 압축수감에 대한 연구가 활발히 진행되고있다. 론문에서는 프레임에 의하여 성긴표현을 가지는 신호를 압축수감하기 위한 일반공액분해단찌그선택법을 정식화하고 그것의 근사성질을 밝혔다.

1. 선행연구결과와 문제설정

압축수감은 적은 개수의 선형관측

$$y = Af + z \tag{1}$$

로부터 차원수가 대단히 큰 성긴신호를 회복하는 문제이다.[1, 2, 12, 13] 여기서 A는 $m \times n$ 형수감행렬 $(m << n)$이고 $z \in \mathbf{R}^m$은 관측오차를 모형화한 잡음항이다. 즉 m차원벡토르 y를 알고 n차원벡토르 f를 구하자면 A가 어떤 조건을 만족시켜야 하며 실제로 어떤 방법으로 f를 구할수 있겠는가 하는것이 압축수감의 기본연구방향이다.

식 (1)에서 f는 보통 표준직교토대에 의하여 성글다고 가정한다. 그러나 많은 경우 f는 표준직교토대보다 과완비프레임에 의하여 성글게 표현된다. 실례로 수중음향탐지기에서 해석하는 신호, 곡선을 포함한 화상 등을 들수 있다. 이로부터 프레임에 의하여 성긴표현을 가지는 신호를 압축수감하는 문제는 대단히 중요하다.

이때 신호 f는 $f = Dx$로 표시된다. 여기서 $D \in \mathbf{R}^{n \times d}$ $(n < d)$는 프레임벡토르들을 렬벡토르로 가지는 행렬이다. 즉 프레임리론의 견지에서 보면 D는 프레임의 합성연산자이다. 론문에서는 프레임의 합성연산자를 보통 프레임이라고 표현하기로 한다.

이 경우에 f의 선형관측은

$$y = ADx + z \tag{2}$$

로 된다.

x가 성글다고 가정하였기때문에 식 (2)로부터 f를 얻어내는 직접적인 방법은 l_1-합성법이다.[3, 9] 실험적연구는 l_1-합성이 때때로 좋은 결과를 달성한다는것을 보여주고있지만 프레임 D가 과완비프레임인 경우에는 리론적해석이 어렵다.

l_1-분해법은 합성법과는 달리 분해결수가 가장 성긴 신호를 찾는 문제이다.[3, 9] D가 토대인 경우에 l_1-분해법과 l_1-합성법은 동등하다. 그러나 D가 과완비프레임인 경우에 l_1-분해법과 l_1-합성법사이에는 일정한 차이가 존재한다. 어느 방법이 더 좋은 방법인가 하는것은 주어진 문제마다 다른것으로 하여 일반적으로는 판정하기 어렵다.

D가 파르세발프레임인 경우에 l_1-분해법의 성능평가[3]가 론의되였다.

D의 렬을 가지고 신호 f를 표현하는 방법은 무수히 많으며 프레임전개결수는 D의 어

떤 공액프레임과 련관이 있다. 이로부터 D의 어떤 공액프레임이 있어서 $\widetilde{D}^* f$ 가 $\overline{D}^* f$ 보다 더 성글수 있다는것을 어렵지 않게 상상할수 있다. 여기서 $\overline{D}$는 D의 표준공액프레임 즉 $\overline{D}=(DD^*)^{-1}D$이다. 이러한 론의에 기초하여 선행연구[4, 5, 6]에서는 일반공액프레임에 기초한 l_1-분해토대추적방법을 다음과 같이 정식화하고 그것의 근사성질을 밝혔다.

$$\hat{f}=\arg\min_{\tilde{f}\in\mathbf{R}^n}\|\widetilde{D}^*\tilde{f}\|_1,\ \text{제한조건}\ \|y-A\tilde{f}\|_2\le\varepsilon \tag{3}$$

여기서 $\widetilde{D}$은 D의 임의의 공액프레임이다.

한편 토대추적문제와 단찌그선택문제는 류사한 오차평가를 주지만 단찌그선택문제는 회복하려고 하는 신호의 성김성수준을 알지 못할 때에도 적용할수 있고 성김성파라메터 s가 작을 때에는 더 예민한 오차평가식[8, 10, 11]을 주는것으로 알려져있다.

이로부터 선행연구[7]에서는 다음과 같은 문제를 정식화하고 그것의 근사성질을 밝혔다.

$$\hat{f}^{ADS}=\arg\min_{\tilde{f}\in\mathbf{R}^n}\|D^*\tilde{f}\|_1,\ \text{제한조건}\ \|D^*A^*(A\tilde{f}-y)\|_\infty\le\lambda \tag{4}$$

여기서도 D는 파르세발프레임이다. 그러나 이 방법도 역시 프레임결수 D^*f가 급속히 감소하는 경우에 효과가 있으며 신호가 일반공액프레임에 의하여 성긴 경우에는 옳은 방법이 아니다.

이로부터 론문에서는 일반공액프레임에 기초한 분해단찌그선택문제를 다음과 같이 정식화하고 그것의 근사성질을 밝힌다.

$$\hat{f}=\arg\min_{\tilde{f}\in\mathbf{R}^n}\|\widetilde{D}^*\tilde{f}\|_1,\ \text{제한조건}\ \|\widetilde{D}^*A^*(A\tilde{f}-y)\|_\infty\le\lambda \tag{5}$$

2. 기 본 결 과

정의 1 [3] Σ_s가 D의 매 s개 렬에 의하여 생성되는 부분공간들의 모임이라고 하자. 적당한 상수 $\delta_s>0$이 있어서 모든 $v\in\Sigma_s$에 대하여

$$(1-\delta_s)\|v\|_2^2\le\|Av\|_2^2\le(1+\delta_s)\|v\|_2^2$$

이 성립하면 행렬 A는 δ_s를 가지고 $\mathrm{D-RIP}$를 만족시킨다고 말한다. 그리고 이때 δ_s는 행렬 A의 $\mathrm{D-RIP}$ 상수라고 부른다.

보조정리 1 [5] $q,\ r$가 $q\le 3r$를 만족시키는 정의 옹근수라고 하자. 그러면 비증가렬 $a_1\ge\cdots\ge a_r\ge b_1\ge\cdots\ge b_q\ge c_1\ge\cdots\ge c_r\ge 0$은

$$\sqrt{\sum_{i=1}^q b_i^2+\sum_{i=1}^r c_i^2}\le\frac{\sum_{i=1}^r a_i+\sum_{i=1}^q b_i}{\sqrt{q+r}} \tag{6}$$

를 만족시킨다.

D_T는 첨수모임 T에 대응하는 렬의 원소들을 모두 0으로 놓은 행렬, D_T^*은 $(D_T)^*$을 표시한다. $h=f-\hat{f}$이라고 하자.

정리 1 D는 프레임한계가 $0<A\le B<\infty$인 $\mathbf{R}^n$의 $n\times d$형일반프레임이고 $\widetilde{D}$은 프레임한계가 $0<\widetilde{A}\le\widetilde{B}<\infty$인 D의 일반공액프레임이라고 하자. $c_0>0$이고 $0<b-a\le 3a$를

만족시키는 어떤 정의 옹근수 a와 b에 대하여

$$\left(\sqrt{1-\delta_{s+a}}-\sqrt{\rho(1+\delta_b)B\widetilde{B}}-\sqrt{(1-\delta_{s+a})\rho B\widetilde{B}}-\frac{c_0}{2}\right)>0 \tag{7}$$

이 성립한다고 하자. 그리고 $\|\widetilde{D}^*A^*z\|_\infty\le\lambda$라고 하자.

그러면 식 (5)의 풀이 $\hat{f}$은 다음의 조건을 만족시킨다.

$$\|f-\hat{f}\|_2\le C_1\lambda+C_2\frac{\|\widetilde{D}^*f-(\widetilde{D}^*f)_{[s]}\|_1}{\sqrt{s}} \tag{8}$$

여기서 $C_1,\ C_2$는 어떤 상수이고 $(\widetilde{D}^*f)_{[s]}$은 $(\widetilde{D}^*f)$에서 절대값이 제일 큰 s개의 성분만 취하고 나머지는 령으로 놓아서 얻은 벡토르를 의미한다.

증명 일반성을 잃지 않고 $\widetilde{D}^*f$의 첫 s개의 성분들이 절대값이 큰 순서로 배렬되여있다고 하자. 그리고 $|(\widetilde{D}^*h)(s+1)|\ge|(\widetilde{D}^*h)(s+2)|\ge\cdots$이라고 하자. 여기서 $(\widetilde{D}^*h)(k)$는 $\widetilde{D}^*h$의 k째 성분을 표시한다. $T_0=\{1,\ 2,\ \cdots,\ s\}$로 놓자.

보조정리 1을 적용하기 위해 T_0^c를 다음의 모임으로 분할하자.

$$T_1=\{s+1,\ s+2,\ \cdots,\ s+a\},\ T_i=\{s+a+(i-2)b+1,\ \cdots,\ s+a+(i-1)b\}\ \ (i=2,\ 3,\ \cdots)$$

여기서 a와 b는 $0<b-a\le 3a$를 만족시키는 정의 옹근수이다. 더우기 매 T_i들을 두 모임으로 다음과 같이 나눈다.$(i\ge 2)$

$$T_{i1}=\{s+a+(i-2)b+1,\ \cdots,\ s+(i-1)b\}$$
$$T_{i2}=\{s+(i-1)b+1,\ \cdots,\ s+(i-1)b+a\}$$

모든 $i\ge 2$에 대하여 $|T_{i1}|=b-a,\ |T_{i2}|=a$이다. 간단히 하기 위해 $T_{01}=T_0\cup T_1$로 표시하자.

$$\begin{aligned}\|h\|_2&=\|D\widetilde{D}^*h\|_2=\|D_{T_{01}}\widetilde{D}^*_{T_{01}}h+D_{T_{01}^c}\widetilde{D}^*_{T_{01}^c}h\|_2\le\\ &\le\|D_{T_{01}}\widetilde{D}^*_{T_{01}}h\|_2+\|D_{T_{01}^c}\widetilde{D}^*_{T_{01}^c}h\|_2\le\|D_{T_{01}}\widetilde{D}^*_{T_{01}}h\|_2+\sqrt{B}\,\|\widetilde{D}^*_{T_{01}^c}h\|_2\end{aligned} \tag{9}$$

여기서 $\widetilde{D}_T^*=(\widetilde{D}_T)^*$이다.

단계 1 $\|\widetilde{D}^*_{T_{01}^c}h\|_2$의 평가

$f,\ \hat{f}$이 모두 허용풀이이고 $\hat{f}$이 최소풀이이므로 다음의 식이 성립한다.

$$\begin{aligned}\|\widetilde{D}^*_{T_0}f\|_1+\|\widetilde{D}^*_{T_0^c}f\|_1&=\|\widetilde{D}^*f\|_1\ge\|\widetilde{D}^*\hat{f}\|_1=\|\widetilde{D}^*f-\widetilde{D}^*h\|_1=\|\widetilde{D}^*_{T_0}f-\widetilde{D}^*_{T_0}h\|_1+\|\widetilde{D}^*_{T_0^c}f-\widetilde{D}^*_{T_0^c}h\|_1\ge\\ &\ge\|\widetilde{D}^*_{T_0}f\|_1-\|\widetilde{D}^*_{T_0}h\|_1+\|\widetilde{D}^*_{T_0^c}h\|_1-\|\widetilde{D}^*_{T_0^c}f\|_1\end{aligned}$$

따라서

$$\|\widetilde{D}^*_{T_0^c}h\|_1\le\|\widetilde{D}^*_{T_0}h\|_1+2\|\widetilde{D}^*_{T_0^c}f\|_1 \tag{10}$$

이 성립한다. $0<b-a\le 3a$이므로 렬

$$[(\widetilde{D}^*_{T_1}h)^*,\ (\widetilde{D}^*_{T_{21}}h)^*,\ (\widetilde{D}^*_{T_{22}}h)^*]^*,\ [(\widetilde{D}^*_{T_{(i-1)2}}h)^*,\ (\widetilde{D}^*_{T_{i1}}h)^*,\ (\widetilde{D}^*_{T_{i2}}h)^*]^*\ \ (i=3,\ 4,\ \cdots)$$

에 보조정리 1을 적용하면

$$\|\widetilde{D}^*_{T_2}h\|_2\le\frac{\|\widetilde{D}^*_{T_1}h\|_1+\|\widetilde{D}^*_{T_{21}}h\|_1}{\sqrt{b}},\ \|\widetilde{D}^*_{Ti}h\|_2\le\frac{\|\widetilde{D}^*_{T_{(i-1)}}h\|_1+\|\widetilde{D}^*_{T_{i1}}h\|_1}{\sqrt{b}},\ \cdots$$

이다. 그러면 식 (10)과 꼬쉬－슈와르츠부등식을 리용하면

$$\sum_{i\geq 2}\| \tilde{D}_{T_i}^* h\|_2 \leq \frac{\| \tilde{D}_{T_0^c}^* h\|_1}{\sqrt{b}} \leq \frac{\| \tilde{D}_{T_0}^* h\|_1}{\sqrt{b}} + \frac{2\| \tilde{D}_{T_0}^* h\|_1}{\sqrt{b}} \leq \sqrt{\frac{s}{b}}\| \tilde{D}_{T_0}^* h\|_2 + \frac{2\| \tilde{D}_{T_0^c}^* f\|_1}{\sqrt{b}} =$$

$$= \sqrt{\rho}(\| \tilde{D}_{T_0}^* h\|_2 + \eta) \leq \sqrt{\rho}(\sqrt{\tilde{B}}\| h\|_2 + \eta)$$

이다. 여기서 $\eta = 2\| \tilde{D}_{T_0^c}^* f\|_1 / \sqrt{s}$ 이다.

따라서

$$\| \tilde{D}_{T_{01}^c}^* h\|_2 \leq \sum_{i\geq 2}\| \tilde{D}_{T_j}^* h\|_2 \leq \sqrt{\rho}(\sqrt{\tilde{B}}\| h\|_2 + \eta) \tag{11}$$

단계 2 $\| D_{T_{01}} \tilde{D}_{T_{01}}^* h\|_2$ 의 평가

$$\| \tilde{D}^* A^* A h\|_\infty \leq \| \tilde{D}^* A^* (Af - y)\|_\infty + \| \tilde{D}^* A^* (A\hat{f} - y)\|_\infty \leq 2\lambda$$

$$(Ah,\ Ah) = (A^* Ah,\ h) = (A^* Ah,\ \tilde{D}D^* h) = (\tilde{D}^* A^* Ah,\ D^* h) \leq \| \tilde{D}^* A^* Ah\|_2 \| D^* h\|_2 \leq 2\lambda\sqrt{dB}\| h\|_2$$

따라서

$$\| Ah\|_2 \leq \sqrt{2\lambda\sqrt{dB}\| h\|_2} \tag{12}$$

$$\begin{aligned}
\| Ah\|_2 &= \| AD\tilde{D}^* h\|_2 = \| AD_{T_{01}} \tilde{D}_{T_{01}}^* h + AD_{T_{01}^c} \tilde{D}_{T_{01}^c}^* h\|_2 \geq \| AD_{T_{01}} \tilde{D}_{T_{01}}^* h\|_2 - \sum_{i\geq 2}\| AD_{T_i} \tilde{D}_{T_{01}}^* h\|_2 \geq \\
&\geq \sqrt{1-\delta_{s+a}}\| D_{T_{01}} \tilde{D}_{T_{01}}^* h\|_2 - \sqrt{1+\delta_b}\sum_{i\geq 2}\| D_{T_i} \tilde{D}_{T_i}^* h\|_2 \geq \\
&\geq \sqrt{1-\delta_{s+a}}\| D_{T_{01}} \tilde{D}_{T_{01}}^* h\|_2 - \sqrt{1+\delta_b}\sum_{i\geq 2}\| D_{T_i}\|_2 \| \tilde{D}_{T_i}^* h\|_2 \geq \\
&\geq \sqrt{1-\delta_{s+a}}\| D_{T_{01}} \tilde{D}_{T_{01}}^* h\|_2 - \sqrt{1+\delta_b B}\sum_{i\geq 2}\| \tilde{D}_{T_i}^* h\|_2 \geq \\
&\geq \sqrt{1-\delta_{s+a}}\| D_{T_{01}} \tilde{D}_{T_{01}}^* h\|_2 - \sqrt{\rho(1+\delta_b)B}(\sqrt{\tilde{B}}\| h\|_2 + \eta)
\end{aligned} \tag{13}$$

식 (12)와 (13)을 결합하고 임의의 $u,\ v$ 와 $c > 0$ 에 대하여 $uv \leq cu^2/2 + v^2/2c$ 임을 리용[3]하면 다음의 식을 얻는다.

$$\begin{aligned}
\sqrt{1-\delta_{s+a}}\| D_{T_{01}} \tilde{D}_{T_{01}}^* h\|_2 &\leq \sqrt{2\lambda\sqrt{dB}\| h\|_2} + \sqrt{\rho(1+\delta_b)B}\left(\sqrt{\tilde{B}}\| h\|_2 + \eta\right) \leq \\
&\leq \frac{d\lambda\sqrt{B}}{c_0} + \frac{c_0\| h\|_2}{2} + \sqrt{\rho(1+\delta_b)B}\left(\sqrt{\tilde{B}}\| h\|_2 + \eta\right)
\end{aligned} \tag{14}$$

단계 3 $\| h\|_2$ 의 평가

식 (9), (11), (14)로부터

$$\| h\|_2 \leq \frac{1}{\sqrt{1-\delta_{s+a}}}\left(\frac{d\lambda\sqrt{B}}{c_0} + \frac{c_0\| h\|_2}{2} + \sqrt{\rho(1+\delta_b)B}(\sqrt{\tilde{B}}\| h\|_2 + \eta)\right) + \sqrt{\rho B\tilde{B}}\| h\|_2 + \sqrt{\rho B}\eta$$

를 얻는다. 즉 $K\| h\|_2 \leq K_1\lambda + K_2\eta$ 와 같이 쓸수 있다. 여기서

$$K = \left(\sqrt{1-\delta_{s+a}} - \sqrt{\rho(1+\delta_b)B\tilde{B}} - \sqrt{(1-\delta_{s+a})\rho B\tilde{B}} - \frac{c_0}{2}\right)$$

$$K_1=\sqrt{dB}/c_0,\ K_2=\sqrt{\rho(1+\delta_b)B}+\sqrt{(1-\delta_{s+a})\rho B}$$

만일 K가 정수이면

$$\|h\|_2\le\frac{K_1}{K}\lambda+\frac{2K_2}{K}\eta=C_1\lambda+C_2\frac{\|\tilde{D}^*f-(\tilde{D}^*f)_{[s]}\|}{\sqrt{s}}$$

이다. 여기서 $C_1=K_1/K$이고 $C_2=2K_2/K$이다.(증명끝)

주의 1 D를 파르세발프레임이라고 하고 $\tilde{D}=D$로 놓자. 그러면 $A=B=1$이고 $c_0=0.1,\ a=3s,\ b=12s$로 놓으면 $\rho=s/b=1/12$이다.

$\left(\sqrt{1-\delta_{s+a}}-\sqrt{\rho(1+\delta_b)B\tilde{B}}-\sqrt{(1-\delta_{s+a})\rho B\tilde{B}}-1/20\right)>0$이 되자면 $\delta_{2s}<0.123\ 9$이면 충분하다.

정의 2[9] D가 $\mathbf{R}^n$의 $n\times d$형프레임이라고 하자. D의 임의의 k개 렬벡토르가 1차독립일 때 D는 k차 URP성을 만족시킨다고 말한다.

명제 만일 D가 $n\times d$형프레임으로서 $2k$차 URP성을 만족시킨다고 하자. 그러면 임의의 $y\in\mathbf{R}^n$에 대하여 $y=Dx$인 $k-$성긴벡토르 x는 유일존재한다.

보조정리 2 D가 $2s$차 URP성을 만족시키는 $\mathbf{R}^n$의 프레임이고 $\tilde{D}$이 한계가 $0<\tilde{A}\le\tilde{B}<\infty$인 D의 일반공액프레임이라고 하자. 그리고 A는 상수 $\delta_s(0<\delta_s<1)$를 가지고 D－RIP성을 만족시키는 $m\times n$형행렬이라고 하자. 그러면 임의의 정수 α에 대하여 가우스분포 $\mathrm{N}(0,\ \sigma^2I_m)$에 따르는 오차 z는 다음의 식을 만족시킨다.

$$P\left(\|\tilde{D}^*A^*z\|_\infty\le\sigma\sqrt{2(1+\alpha)(1+\delta_s)\tilde{B}\log d}\right)\ge1-\frac{1}{d^\alpha\sqrt{(1+\alpha)\pi\log d}}$$

$\alpha=1$인 경우 보조정리 2와 정리 1을 결합하면 다음의 결과를 얻는다.

정리 2 D가 프레임한계가 $0<A\le B<\infty$인 $\mathbf{R}^n$의 $n\times d$형일반프레임이고 $\tilde{D}$은 프레임한계가 $0<\tilde{A}\le\tilde{B}<\infty$인 D의 일반공액프레임이라고 하자. $c_0>0$이고 $0<b-a\le3a$를 만족시키는 어떤 정의 옹근수 a와 b에 대하여

$$\left(\sqrt{1-\delta_{s+a}}-\sqrt{\rho(1+\delta_b)B\tilde{B}}-\sqrt{(1-\delta_{s+a})\rho B\tilde{B}}-\frac{c_0}{2}\right)>0$$

이 성립한다고 하자.

그리고 $z\sim\mathrm{N}(0,\ \sigma^2I_m)$이라고 가정하면 $\lambda=2\sigma\sqrt{2\tilde{B}\log d}$일 때 식 (5)의 풀이 $\hat{f}$은 기껏 확률 $1-1/(d\sqrt{2\pi\log d})$로 다음의 조건을 만족시킨다.

$$\|f-\hat{f}\|_2\le C_1\lambda+C_2\frac{\|\tilde{D}^*f-(\tilde{D}^*f)_{[s]}\|_1}{\sqrt{s}}$$

여기서 $C_1,\ C_2$는 D－RIP상수에만 의존하는 정수이다.

정리 3 D가 프레임한계가 $0<A\le B<\infty$인 $\mathbf{R}^n$의 일반프레임이고 $\overline{D}$는 D의 표준공액프레임이라고 하자. $k=B/A,\ \rho=s/b,\ \rho<1/k$이라고 놓고 $c_0,\ c_1,\ c_2>0$이고 $0<b-a\le3a$를 만족시키는 어떤 정의 옹근수 a와 b에 대하여

$$\sqrt{\frac{2c_1}{k}(1-\delta_{s+a})\left(1-\frac{c_1k}{2}-\rho k-c_2\rho\sqrt{kB}\right)}-\sqrt{\rho k(1+\delta_b)}-\frac{c_0}{2}>0$$

이 성립하고 $\|\overline{D}^* A^* z\|_\infty \le \lambda$ 라고 하자.

그러면 식 (5)의 풀이 $\hat{f}$ 은 다음의 조건을 만족시킨다.

$$\| f - \hat{f} \| \le C_1 \lambda + C_2 \frac{\| \overline{D}^* f - (\overline{D}^* f)_{[s]} \|_1}{\sqrt{s}}$$

여기서 C_1, C_2 는 정인 상수이다.

주의 2 D 가 파르세발프레임인 경우에 $a = s,\ b = 4s,\ c_0 = 1/10,\ c_1 = 3/4,\ c_2 = 1/10$ 로 놓으면 $\delta_{2s} < 0.137\ 9$ 인 경우에 정리 3의 가정이 만족된다는것을 간단한 계산을 통하여 알수 있다. 이때 c_0 과 c_2 를 임의로 작게 취하면 $\delta_{2s} < 0.2$ 를 만족시킬 때 정리 3의 가정이 만족된다는것을 알수 있다. 이것은 선행연구[7]의 조건 $\delta_{2s} < 0.166$ 보다 더 약한 조건이다.

참 고 문 헌

[1] E. J. Cand`es; Proc. Int. Cong. Mathematicians, 3, 1433, 2006.

[2] E. J. Cand`es; Math. Acad. Sci. Paris., 1, 346, 589, 2008.

[3] E. Cand`es et al.; Applied and Computational Harmonic Analysis, 31, 1, 59, 2010.

[4] T. Blumensath, M. Davies; Appl. Comput. Harmon. Anal., 27, 3, 265, 2009.

[5] Y. Liu et al.; http://arxiv.org/abs/1111.4345v3, 2012.

[6] G. Peter et al.; Finite Frames: Theory and Applications, Springer, 34～78, 2013.

[7] Junhong Lin, Song Li; arXive:1301.3248v1 [cs.IT], 2013.

[8] E. J. Cand`es, T. Tao; Ann. Statist., 35, 2313, 2007.

[9] M. Elad et al.; Inverse. Probl., 23, 947, 2007.

[10] H. Rauhut et al.; IEEE Trans. Inf. Theory, 54, 2210, 2008.

[11] R. Baraniuk et al.; Constr. Approx., 28, 3, 253, 2008.

[12] E. J. Cand`es, T. Tao; IEEE Trans. Inf. Theory, 52, 5406, 2006.

[13] E. J. Cand`es et al.; IEEE Trans. Inf. Theory, 52, 489, 2006.

주체106(2017)년 8월 10일 원고접수

Compressed Sensing via General-Dual-based Analysis Dantzig Selector

Choe Chol Guk, Rim Myong Gil

This article considers compressed sensing of signals that are sparse or approximately sparse in terms of a highly overcomplete frame from undersampled data corrupted with additive noise. We show that the properly constrained l_1-analysis, called general-dual-based analysis Dantzig Selector, stably recovers a signal which is nearly sparse in terms of a frame.

Key words: sparse recovery, compressed sensing